

固定收益证券手册

(第六版)

The Handbook of
Fixed Income Securities
(Sixth Edition)

[美] 弗兰克·J·法博齐 / 编著

Frank J. Fabozzi

任若恩 / 校

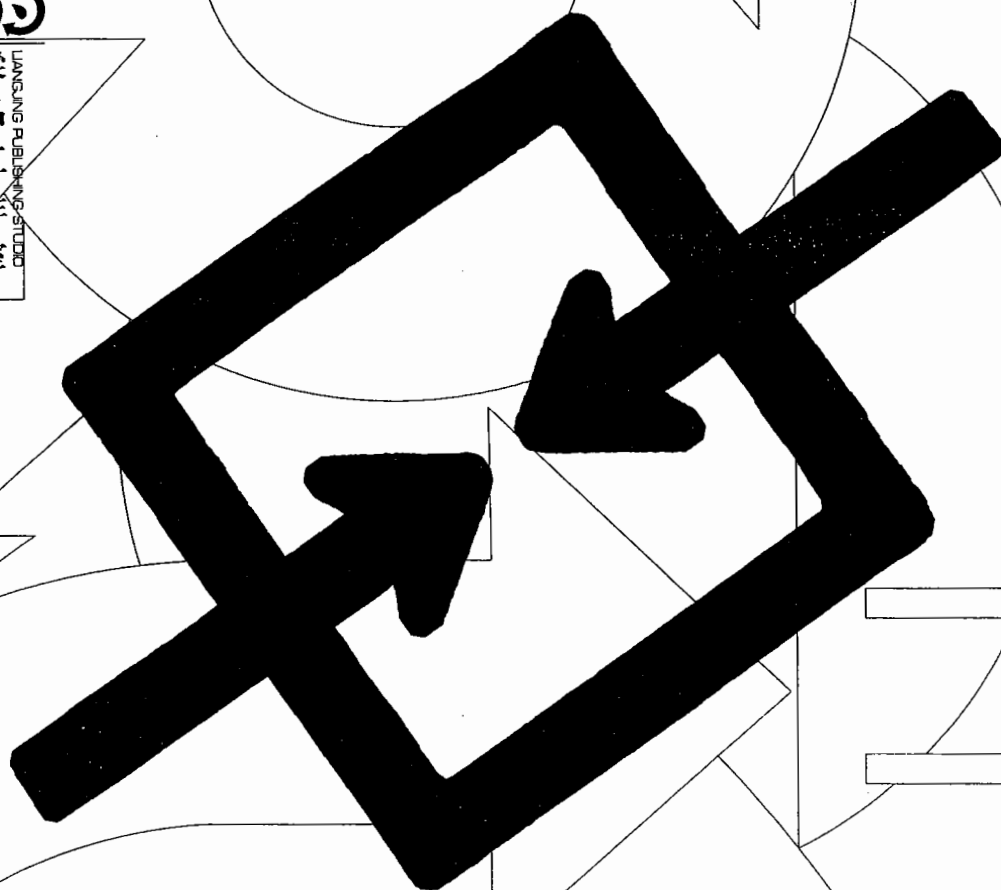
任若恩 李 焰 等 / 译

中国人民大学出版社

Mc
Graw
Hill Education



梁晶工作室
LIANGJING PUBLISHING STUDIO



金融学译丛

《金融学译丛》

推荐委员会名单

(按姓氏笔画排名)

- | | |
|-----|---|
| 王 江 | Professor of Finance, Sloan School of Management,
Massachusetts Institute of Technology
麻省理工学院斯隆管理学院金融学教授 |
| 许成钢 | Associate Professor of Economics, London School of
Economics
伦敦经济学院经济学副教授 |
| 何 华 | Professor of Finance, School of Management, Yale
University
耶鲁大学管理学院金融学教授 |
| 张 春 | Professor of Finance, Carlson School of
Management, University of Minnesota
明尼苏达大学卡尔森管理学院金融学教授 |
| 陈志武 | Professor of Finance, School of Management, Yale
University
耶鲁大学管理学院金融学教授 |
| 周国富 | Associate Professor of Finance, John M. Olin School
of Business, Washington University in St. Louis
圣路易斯·华盛顿大学奥林商学院金融学副教授 |
| 林毅夫 | Professor, China Center for Economic Research,
Peking University
北京大学中国经济研究中心教授 |
| 钱颖一 | Professor of Economics, University of California,
Berkeley
加利福尼亚州立大学伯克利分校经济学教授 |
| 曹全伟 | Associate Professor of Finance, Smeal College of
Business, Pennsylvania State University
宾夕法尼亚州立大学斯米尔商学院金融学副教授 |
| 梅建平 | Associate Professor of Finance, Stern School of
Business, New York University
纽约大学斯特恩商学院金融系副教授 |
| 黄海洲 | Senior Economist, International Monetary Fund
国际货币基金组织高级经济学家 |



《金融学译丛》总序

金融学的核心问题是研究资本和资产的配置效率。在市场经济中，这种配置主要是通过金融市场来进行的。广义的金融市场包括证券市场、货币市场、各种形式的银行、储蓄机构、投资基金、养老基金、保险市场，等等。市场的参与者包括个人、企业、政府和各种金融机构，他们在资本市场中的交易形成了资本和资产的供求关系，并决定其价格。而价格又指导着资本和资产的供求及其最终配置。资本作为经济活动和经济发展中的关键因素，其配置效率从根本上决定着一个经济的发展过程和前景。因此，一个国家或经济的金融市场的发达程度明确地标志着它的经济发展水平。

中国正处在创建和发展自己的金融市场的关键时期。在谋求经济健康而快速发展的过程中，如何充分地吸引资本、促进投资，进而达到最有效的资本配置，无疑是成功的关键。因此，建立一个有效的、现代化的金融体系是我们的当务之急。中国经济进一步开放和国际金融市场全球化的大趋势更增加了这个任务的紧迫性。在这一点上，现代金融理论及其在西方的应用是我们急需了解和掌握的。

《金融学译丛》旨在把西方金融学的理论和实践方面最新、最权威和最有代表性的著作介绍给大家。我们希望这个系列能够涉及金融的各个主要领域，理论和实践并重，专业和一般兼顾。在我们所选择的书目中，既有反映最高学术水平的专著，也有西方著名商学院视作经典的教材，还有华尔街上通用的金融手册。内容包括金融和证券、资产定价、投资、公司财务、风险管理和国际金融，等等。但愿我们这个系列能为读者打开现代金融学知识、理论和技术宝库之窗，使其成为发展中国金融市场的有力工具。

《金融学译丛》编辑委员会

2000年10月



前 言

本书不仅全面介绍了各种类型的固定收益产品，还全面介绍了固定收益证券组合的管理策略。其中每一章都是由该领域的专家撰写。其中很多专家已经就他们的研究题目撰写了大量的教材、专著和（或）论文。

本书第六版分为8个部分。第1部分介绍固定收益证券的投资特征和相关风险的基础知识，包括收益率计算、当前收益率、远期收益率、赎回收益率、价格波动性尺度（久期和凸性）和债券市场指数。

第2部分介绍债券市场（国内市场和国外市场）和货币市场工具。对这些工具的信用分析放在第3部分。第4部分介绍抵押贷款支持证券（转手证券、担保抵押债券和剥离抵押贷款支持证券）和资产支持证券。

第5部分以第1部分的分析框架为基础。这一部分讨论固定收益证券的两种估价方法：二项式方法和蒙特卡罗方法。这些方法的辅助方法是期权调整利差。

第6部分阐述人们比较熟悉的固定收益证券组合管理策略。除了积极策略和结构化组合策略（指数化、免疫、贡献策略组合）以外，本部分的内容还涉及选择业绩基准这个重要问题。

第7部分的两章阐述股票联结类证券。其中不仅描述了这类证券，还介绍了这类证券的估价方法以及相关的投资组合策略。

第8部分阐述衍生工具和它们的组合管理应用。衍生工具包括期货/远期合约、期权、利率互换和利率协议（利率上限和利率下限）。对每一个工具基本特征的描述都涉及如何定价以及如何用其来控制固定收益证券组合的风险。

第六版中新增加了以下14个章节：

- 固定收益证券的波动性风险
- 美国国债和机构证券
- 通胀指数债券
- 浮动利率债券
- 商业抵押贷款支持证券
- 汽车贷款支持证券
- 封闭式住宅权益贷款支持证券
- 预制房屋贷款支持证券
- 信用卡应收款支持证券
- 可赎回债券的特性和策略
- 指数化和增强指数化的债券组合的管理
- 管理高收益债券组合
- 对于长期投资基金的市场风险的积极管理
- 可转换证券及其估价

本书对以下10章作了重大修订：

- 市政债券
- 国际债券市场与投资工具
- 布雷迪债券
- 转手抵押债券
- 非机构担保抵押证券
- 在消极管理和业绩基准选择中的积极决策
- 全球公司债券投资组合管理
- 国际债券投资与投资组合管理
- 可转换证券及其投资特征
- 运用期货及期权控制利率风险

弗兰克·J·法博齐，注册金融分析师



致 谢

谨向本书作者以及下列在本书完成过程中提供各种形式帮助的人们致以深切的谢意：

斯科特·阿梅罗 (Scott Amero)

黑石财务管理公司 (BlackRock Financial Management)

基思·安德森 (Keith Anderson)

黑石财务管理公司 (BlackRock Financial Management)

克利福德·阿斯尼斯 (Clifford Asness)

AQR 资本管理公司 (ARQ Capital Management)

马克斯·布勃利茨 (Max Bublitz)

康萨可公司 (Conesco)

德怀特·邱吉尔 (Dwight Churchill)

富达管理和研究公司 (Fidelity Management and Research)

克莱尔·科恩 (Claire Cohen)

惠誉评级公司 (Fitch)

彼得·德罗特 (Peter DeRoot)

雷曼兄弟公司 (Lehman Brother)

苏珊·杜肖克 (Susan Dushock)

雷曼兄弟公司 (Lehman Brother)
 列夫·登金 (Lev Dynkin)
 雷曼兄弟公司 (Lehman Brother)
 温德尔·富勒 (Wendell Fuller)
 嘉定人寿保险公司 (Guardian Life Insurance Company)
 若埃·热拉西 (Joe Geraci)
 所罗门美邦公司 (Salomon Smith Barney)
 罗伯特·格伯 (Robert Gerber)
 洛德-阿贝特公司 (Lord Abbett)
 戴维·杰默尼 (David Germany)
 米勒-安德森-谢勒德公司 (Miller Anderson & Sherrerd)
 劳里·古德曼 (Laurie Goodman)
 普惠公司 (PaineWebber)
 亚历克斯·格兰特 (Alex Grant)
 嘉定人寿保险公司 (Guardian Life Insurance Company)
 希·格罗斯曼 (Hy Grossman)
 标准普尔公司 (Standard & Poor's)
 布拉德·格维尔 (Brad Gewehr)
 普惠公司 (PaineWebber)
 弗兰克·琼斯 (Frank Jones)
 嘉定人寿保险公司 (Guardian Life Insurance Company)
 乔治·P·凯格乐 (George P. Kegler)
 卡西安市场咨询公司 (Cassian Market Consultants)
 马丁·莱博维兹 (Martin Leibowitz)
 全美教师保险及年金协会 (TIAA-CREF)
 迈克尔·马茨 (Michael Marz)
 第一西南公司 (First Southwest)
 埃德·墨菲 (Ed Murphy)
 商人互助保险公司 (Merchants Mutual Insurance Company)
 斯科特·平库斯 (Scott Piokus)
 高盛公司 (Goldman Sachs)
 罗伯特·雷塔诺 (Robert Reitano)
 约翰-汉考克互助人寿保险公司 (John Hancock Mutual Life Insurance Company)
 斯科特·理查德 (Scott Richard)
 米勒-安德森-谢勒德公司 (Miller Anderson & Sherred)
 埃胡德·罗恩 (Ehud Ronn)
 得克萨斯大学奥斯汀分校 (University of Texas at Austin)
 彼得·鲁宾斯坦 (Peter Rubinstein)

培基证券公司 (Prudential Securities)
罗恩·瑞安 (Ron Ryan)
瑞安实验室 (Ryan Labs)
德克斯特·森夫特 (Dexter Senft)
雷曼兄弟公司 (Lehman Brothers)
詹姆斯·E·斯皮尔托 (James E. Spiotto)
查普曼和卡特勒律师事务所 (Chapman and Cutler)
弗拉德·斯塔尼克 (Vlad Stadnyk)
标准普尔公司 (Standard & Poor's)
弗朗西斯·特雷纳 (Francis Trainer)
伯恩斯坦公司 (Sanford C. Bernstein & Co.)
道格·沃森 (Doug Watson)
穆迪投资者服务公司 (Moody's Investors Service)

弗兰克·J·法博齐



作者

詹姆斯·S·安德森 (James S. Anderson)

第一联合证券有限公司 (First Union Securities, Inc.) 常务董事

戴维·奥德利 (David Audley)

美林 (Merrill Lynch) 技术研究部首席运营官

约瑟夫·巴莱斯特里诺 (Joseph Balestrino), 注册金融分析师

联合投资者公司 (Federated Investors) 高级副总裁

阿南德·K·巴塔查里亚 (Anand K. Bhattacharya), 博士

全国资本市场有限公司 (Countrywide Capital Markets Inc.) 执行副总裁

米希尔·巴塔查里亚 (Mihir Bhattacharya)

德意志银行 (Deutsche Banc) Alex. Brown 常务董事

简·S·布劳尔 (Jane S. Brauer), 博士

美林第一副总裁

约翰·B·布林约尔松 (John B. Brynjolfsson), 注册金融分析师

太平洋投资管理公司 (Pacific Investment Management Company) PIMCO

实质报酬债券基金执行副总裁兼经理

小杰拉尔德·W·比托 (Gerald W. Buetow, Jr.), 博士, 注册金融分析师

BFRC Services 公司总裁

道格拉斯·陈 (Douglas Chen)

美林助理副总裁
理查德·陈 (Richard Chin)
 高盛公司 (Goldman Sachs & Co.) 固定收益研究部
彼得·F·克里斯坦森 (Peter F. Christensen)
 ComTech, Incorporated 常务董事
克里斯蒂娜·L·克拉克 (Kristina L. Clark)
 第一联合证券有限公司分析师
利兰·F·克拉布 (Leland F. Crabbe), 博士
 瑞士信贷资产管理公司 (Credit Suisse Asset Management) 董事
拉维·F·达塔特里亚 (Ravi F. Dattatreya), 博士
 茉莉网络有限公司 (Jasmine Networks, Inc.) 首席执行官
克里斯·P·迪安利纳斯 (Chris P. Dialynas), 博士
 太平洋投资管理公司常务董事
桑德拉·德恩 (Dandra Durn)
 太平洋投资管理公司高级副总裁/投资组合经理
西尔万·G·费尔德斯坦 (Sylvan G. Feldstein), 博士
 嘉定人寿保险公司 (Guardian Life Insurance Company) 投资部助理副总裁
迈克尔·G·费里 (Michael G. Ferri), 博士
 乔治梅森大学 (George Mason University) 金融学教授
迈克尔·J·弗莱明 (Michael J. Fleming), 博士
 纽约联邦储备银行 (Federal Reserve Bank of New York) 高级经济学家
H·吉福德·方 (H. Gifford Fong)
 吉福德·方协会 (Gifford Fong Associates) 会长
威廉·J·加特兰 (William J. Gartland), 注册金融分析师
 彭博公司 (Bloomberg) 金融市场部副总裁
兰·吉布森 (Lang Gibson)
 第一联合证券有限公司固定收益策略研究部副总裁
凯文·爱德华·格兰特 (Kevin Edward Grant), 注册金融分析师
 富达投资公司 (Fidelity Management and Research) 投资组合经理
亚当·M·格雷希 (Adam M. Greshin), 注册金融分析师
 斯卡德-肯普投资公司 (Scudder Kemper) 总裁
拉克博·S·哈里 (Lakhbir S. Hayre), 博士
 所罗门美邦公司 (Salomon Smith Barney, Inc.) 常务董事
戴维·S·霍罗威茨 (David S. Horowitz), 注册金融分析师
 米勒-安德森-谢勒德公司 (Miller, Anderson & Sherrerd) 投资组合经理
简·特里普·豪 (Jane Tripp Howe), 注册金融分析师
 自由资产管理公司 (Freedom Capital Management) 信用研究主任

R·拉塞尔·赫斯特 (R. Russell Hurst)

第一联合证券有限公司董事

罗伯特·R·约翰逊 (Robert R. Johnson), 博士, 注册金融分析师

投资管理研究协会 (Association for Investment Management and Research)

高级副会长

道格拉斯·约翰斯顿 (Douglas Johnston)

雷曼兄弟公司 (Lehman Brothers Inc.) 固定收益研究部高级副总裁

罗纳德·N·卡恩 (Ronald N. Kahn), 博士

巴克莱国际投资公司 (Barclays Global Investors) 常务董事

安德鲁·J·卡罗泰 (Andrew J. Kalotay), 博士

安德鲁·J·卡罗泰协会 (Andrew J. Kalotay Associates) 会长

帕特里克·M·肯尼迪 (Patrick M. Kennedy)

皮特凯恩信托公司 (Pitcairn Trust Company) 固定收益投资组合管理部

副总裁

戴维·T·金 (David T. Kim)

东海银行 (Tokai Bank)

尼古拉斯·C·莱蒂卡 (Nicholas C. Letica)

贝尔斯登有限公司 (Bear Stearns & Co.) 常务董事

J·托马斯·马登 (J. Thomas Madden), 注册金融分析师

联合投资者公司执行副总裁

杰克·马尔威 (Jack Malvey), 注册金融分析师

雷曼兄弟公司常务董事

史蒂文·V·曼 (Steven V. Mann), 博士

南卡罗来纳大学 (University of South Carolina) 达拉摩尔商学院金融学

副教授

约翰·M·马威 (John M. Mawe)

培基证券公司 (Prudential Securities, Inc.) 董事

约翰·N·麦克尔里威 (John N. McElravey)

第一资本市场有限公司 (Banc One Capital Markets, Inc.) 资产支持证券
研究部董事

赛勒斯·穆希比 (Cyrus Mohebbi), 博士

培基证券公司常务董事

抵押证券研究小组 (mortgage research group)

雷曼兄弟公司

马克·皮茨 (Mark Pitts), 博士

白橡树资产管理公司 (White Oak Capital Management Corp.) 总裁

什里坎特·拉马穆尔蒂 (Shrikant Ramamurthy)

培基证券公司固定收益研究部高级副总裁

查克·拉姆齐 (Chuck Ramsey)

抵押风险评估公司 (Mortgage Risk Assessment Corp.) 首席执行官
弗兰克·K·赖利 (Frank K. Reilly), 博士, 注册金融分析师
 圣母大学 (University of Notre Dame) 伯纳德·J·汉克 (Bernard J. Hank)
 金融学教授
斯科特·F·理查德 (Scott F. Richard), 博士
 米勒-安德森-谢勒德公司投资组合经理
小约翰·C·里奇 (John C. Ritchie Jr.), 博士
 坦普尔大学 (Temple University) 金融学教授
迈克尔·R·罗森堡 (Michael R. Rosenberg), 博士
 德意志银行固定收益研究全球总部常务董事
W·亚历山大·罗弗 (W. Alexander Roever), 注册金融分析师
 第一资本市场有限公司资产支持证券研究部主任/常务董事
安东尼·B·桑德斯 (Anthony B. Sanders), 博士
 俄亥俄州立大学 (The Ohio State University) 金融学教授, 加尔布雷斯
 杰出学者
格伦·M·舒尔茨 (Gleen M. Schutz), 注册金融分析师
 第一资本市场有限公司董事
克里斯托弗·B·斯图尔德 (Christopher B. Steward), 注册金融分析师
 韦林顿管理公司 (Wellington Management Company) LLP 副总裁
安东尼·V·汤普森 (Anthony V. Thompson)
 高盛公司资产支持证券研究部主任
理查德·托德 (Richard Todd)
 贝尔斯登有限公司副总裁
艾伦·A·瓦因 (Allen A. Vine)
 美林全球高收益证券研究部国际新兴市场专家
肯尼思·E·沃尔佩特 (Kenneth E. Volpert), 注册金融分析师
 先锋集团公司 (The Vanguard Group, Inc.) 总裁兼投资组合经理
肯尼思·L·沃克 (Kenneth L. Walker)
 T. Rowe Price 固定价值资产管理公司 (T. Rowe Price Stable Asset Management, Inc.) 总裁
乔治·O·威廉斯 (George O. Williams), 博士
 雷曼兄弟公司固定收益研究部副总裁
理查德·S·威尔逊 (Richard S. Wilson)
 顾问
戴维·J·赖特 (David J. Wright), 博士
 威斯康星-帕克赛德大学 (University of Wisconsin-Parkside) 金融学教授
戴维·袁 (David Yuen), 注册金融分析师
 萨斯奎汉纳咨询集团 (Susquehanna Advisors Group)

目 录

第 1 部分	背景	1
第 1 章	固定收益证券类型与特征概览	3
1.1	债券	3
	发行人类型	3
	到期日	4
	息票利息和本金	5
	提前赎回和换新条款	9
	偿债基金条款	11
	回售条款	12
	可转换债券或可交换债券	12
	中期票据	13
	认股权证	14
1.2	优先股	14
1.3	抵押贷款支持证券	15
	抵押现金流	16
	转手抵押证券	16
	担保抵押证券	17
	剥离抵押贷款支持证券	17

1.4	资产支持证券	18
1.5	小结	18
第2章	投资固定收益证券的风险	20
2.1	市场风险或利率风险	21
2.2	再投资风险	21
2.3	时间风险或提前赎回风险	22
2.4	信用风险或违约风险	22
2.5	收益率曲线风险或到期日风险	23
2.6	通货膨胀风险或购买力风险	23
2.7	流动性风险	24
2.8	汇率风险或货币风险	25
2.9	波动性风险	26
2.10	政治风险或法律风险	26
2.11	事件风险	27
2.12	部门风险	27
2.13	其他风险	27
2.14	小结	28
第3章	货币的时间价值	29
3.1	终值	29
	计算投资终值	30
	每年付息一次以上的终值	33
	普通年金的终值	34
3.2	现值	35
	未来收入的现值	37
	终值系列的现值	39
	普通年金的现值	40
3.3	收益率(内部报酬率)	42
	仅有一个现金流的收益率计算	44
	年度化收益率	45
3.4	小结	46
第4章	债券定价和收益率衡量	47
4.1	债券定价	47
	现金流量的确定	48
	必要收益率的确定	48
	价格的确定	49
	特定时点上必要收益率与价格的关系	51
	息票利率、必要收益率和价格的关系	52
	债券价格的时间轨迹	53
	债券价格变化的原因	54
	零息票债券定价	54

	交割日处于付息日之间时的价格确定.....	54
4.2	常规的收益率衡量方法.....	58
	当前收益率.....	58
	到期收益率.....	58
	赎回收益率.....	63
	投资组合的收益率(内部报酬率).....	65
	浮动利率证券的收益率衡量.....	66
4.3	总收益率分析.....	67
	总收益率的计算.....	68
	情景分析.....	70
	债券互换潜在收益的评价.....	72
	市政债券和公司债券收益率的比较.....	73
4.4	小结.....	74
第5章	利率风险衡量	75
5.1	完全估价法.....	76
5.2	债券的价格波动性特征.....	79
	无选择权债券的价格波动性特征.....	79
	影响利率风险的债券特征.....	82
	内含选择权债券的价格波动性特征.....	83
	浮动利率证券的利率风险.....	86
	收益率水平的影响.....	86
5.3	久期.....	87
	久期的计算.....	87
	用久期计算价格变化的近似百分比.....	88
	使用久期估算价格变化的曲线描述.....	90
	利率变动和久期估算.....	92
	修正久期和有效久期.....	93
	麦考利久期和修正久期.....	94
	对久期的解释.....	94
	投资组合的久期.....	96
5.4	凸性.....	97
	凸性值.....	98
	价格变化百分比的凸性调整值.....	98
	不同尺度的凸性值计算.....	100
	修正凸性和有效凸性.....	101
	有效久期和有效凸性的例子.....	101
5.5	基点价格.....	107
5.6	收益率波动性的重要性.....	110
第6章	利率的期限结构	112
6.1	基础利率.....	112

第2部分

政府和私人债券

第8章 美国国债和机构债券

8.1 国债	152
国债的类型	152
国债的一级市场	153
国债的二级市场	157
零息票债券	161
8.2 机构债券	162
机构债券的类型	162

6.2 风险溢价	113
发行人的类型	114
发行人的信誉	114
到期期限	114
内含的选择权	115
利息的纳税性	115
债券的预期流动性	116
6.3 利率的期限结构	116
收益率曲线	117
用收益率曲线为债券定价	118
理论即期利率曲线的构建	119
为什么国债定价必须基于即期利率	123
远期利率	124
即期利率和短期远期利率的关系	126
决定期限结构形状的因素	127
6.4 小结	131
第7章 债券市场指数	133
7.1 债券市场指数的用途	134
7.2 编制并维护债券指数	135
7.3 对几种债券指数的描述	136
美国投资级债券指数	136
美国高收益债券指数	138
全球政府债券指数	139
7.4 风险/收益特征	139
美国投资级和高收益债券	140
全球政府债券	141
7.5 相关关系	143
美国投资级债券和高收益债券	143
全球政府债券的相关性	144
7.6 结论	145
政府和私人债券	149

一级市场	163
二级市场	164
发行机构	164
8.3 小结	169
第9章 市政债券	171
9.1 市政债券的特点	174
息票特征	174
到期日	175
法律意见书	175
9.2 市政债券的类型	175
一般责任债券	176
收入债券	176
混合债券和特种债券	178
货币市场产品	181
市政衍生证券	182
9.3 市政债券的商业信用评级	184
穆迪投资者服务公司	185
标准普尔公司	187
惠誉公司	188
9.4 市政债券的保险	189
9.5 评估方法	190
9.6 影响市政债券的税收条款	192
初始折价发行债券的税收处理	192
可选择的最小税赋	193
获得市政债券产生的利息费用的可抵减性	193
州和地方税收	194
9.7 市政债券市场中收益率的关系	195
一个指定的信用评级内的差别	195
信用评级之间的差别	195
本州市场和一般市场之间的差别	195
到期日之间的差别	196
被保险的市政债券	196
9.8 一级市场和二级市场	197
一级市场	197
二级市场	197
9.9 债券指数	198
9.10 正式公告	199
9.11 市政债券市场的监管	199
证券交易委员会 15c2-12 条款下的重大事项披露	201
第10章 私人货币市场工具	202

10.1	商业票据	202
	商业票据的发行人	203
	直接销售与交易商承销	204
	二级市场	205
	商业票据的收益率	205
10.2	银行承兑汇票	206
	银行承兑汇票产生过程的例子	206
10.3	大额可转让存单	209
	存单的发行人	210
	存单的收益率	210
10.4	回购协议	212
	信用风险	214
	市场参与者	215
	回购利率的决定因素	216
10.5	联邦基金	217
10.6	小结	218
第 11 章	公司债券	220
11.1	公司受托人	221
11.2	债券的一些基本知识	222
	按发行人的类型对债券进行分类	222
	公司债券的期限	223
	利息支付特征	223
11.3	债券的担保	226
	抵押债券	226
	质押信托债券	227
	设备信托证书	228
	信用债券	229
	次级债券和可转换债券	230
	保证债券	231
11.4	债券支付的条款	231
	提前赎回和换新条款	231
	无条件的赎回	232
	偿债基金条款	233
	维持和替代基金	234
	通过资产出售和其他方式进行的赎回	235
11.5	公司债券评级	237
11.6	事件风险	238
11.7	投机级债券	240
	发行人的类型	240
	一些债券的独特性	242

11.8	违约率和回收率	243
	违约率	243
	回收率	244
第 12 章	中期票据	246
12.1	MTN 市场的背景	247
12.2	中期票据市场机制	248
12.3	中期票据与公司债券的经济学	250
	发行规模、流动性与价格差别	250
	中期票据的灵活性	251
	通过中期票据进行谨慎融资	251
	中期票据市场中的反向询问	252
12.4	联邦储备委员会对美国公司发行的中期票据的调查 研究	252
	发行量及发行人所处行业	253
	公司中期票据的未偿付量及净借款的组成	253
	信用评级	254
	期限及收益率利差	255
12.5	中期票据市场的发展	255
	结构化中期票据	255
	银行票据	257
12.6	欧洲中期票据	258
12.7	展望中期票据市场	259
第 13 章	通胀指数债券	262
13.1	机制与度量	264
	TIPS 如何运作	264
	实际参照系、实际收益率、名义收益率及均衡 通货膨胀率	266
	实际与有效久期	268
	有效久期	268
13.2	市场	271
	TIPS 发展历程简述	271
	报价与结算	272
	规模、增长及流动性	273
	流动性	273
13.3	评估与业绩表现	274
13.4	投资者	274
	战术运用（在固定收益的投资组合内）	274
	战略运用	276
13.5	发行人	278
	美国财政部发行 TIPS 的理论基础	279

	道德风险	280
	国际发行人	280
	公司发行人与 CPI 浮动利率债券	280
13.6	其他有关发行的问题	281
	税制	281
	通货紧缩保护	281
13.7	结论	282
第 14 章	浮动利率债券	284
14.1	浮动利率债券的一般特征及主要的债券类型	285
14.2	赎回和回售条款	287
14.3	利差度量	288
	终身利差	288
	调整后的简单差额	288
	调整后的总差额	288
	贴现差额	289
14.4	浮动利率债券的价格波动性特征	289
	影响浮动利率债券价格的因素	290
	浮动利率债券的久期	291
	反向浮动利率债券的价格波动性	292
14.5	投资组合策略	293
第 15 章	不可转换优先股	295
15.1	优先股的本质	295
15.2	优先股市场概况	296
	发行类型及发行人	296
15.3	优先股评级	297
15.4	与投资者议价的条款	297
	优先股的条款和特征	300
	非参与优先股	302
	非累积优先股与累积优先股	302
	资产的优先权	304
	投票表决权	305
	赎回条款	306
15.5	单一类别的多系列优先股	309
15.6	优先股股息的税赋	310
15.7	优先股市场	314
15.8	优先股的信息来源	314
15.9	小结	315
第 16 章	国际债券市场与投资工具	316
16.1	引言	316
16.2	投资工具：欧洲、外国和全球	317

16.3	美元计价的国际债券	318
	欧洲美元债券	319
	扬基债券	321
	欧洲美元债券市场和扬基债券市场	321
	布雷迪债券、Aztec 债券、FLIRB 债券：新兴市场	323
16.4	外币计价的国际债券	324
	美国以外的国内市场	324
	猛犬债券、武士债券和其他外国债券	325
	离岸外币计价市场	325
	收益构成	325
16.5	结论	329
第 17 章	布雷迪债券	332
17.1	布雷迪计划	334
17.2	布雷迪债券类型	336
	本金担保债券	336
	非担保布雷迪债券	337
	非布雷迪的重组贷款	338
17.3	收回布雷迪债券：回购和转换	339
	布雷迪债券回购	339
	布雷迪债务影响美国的债券市场	339
	外币债务中布雷迪债券比例减少	341
17.4	信用评级	343
17.5	布雷迪债券的价值评估	343
	对担保的布雷迪债券进行估价	343
	对浮动利率债券进行估价	345
17.6	高收益吸引新的投资者	345
第 18 章	固定价值投资	349
18.1	合约类型及投资策略	349
18.2	固定价值投资合约	352
	分离账户合约	353
	综合投资合约	354
	固定价值产品类型的决定因素	354
18.3	综合投资合约类型	355
	单一担保 SIC	355
	免疫 SIC	357
	固定久期 SIC	357
18.4	投资需要考虑的事项	358
18.5	新兴市场	358
18.6	筹资协议	359
18.7	小结	359

第3部分

附录：信用收益率理论和方法	360
方法一：内部收益率法	360
方法二：使当前账面价值等于理论终值的折现率	361
方法三：用市场价值与账面价值之差除以久期	362
信用分析	365
第19章 公司债券的信用分析	367
19.1 行业分析	369
经济周期	369
发展前景	370
研发费用	370
竞争	371
供应来源	371
监管程度	372
劳动力	373
会计	373
19.2 财务分析	374
传统的比率分析	374
股东权益报酬率的成分分析	380
非财务因素	383
19.3 契约条款	384
公用事业契约	384
工业契约	388
金融契约	389
19.4 公用事业公司	389
公用事业行业中的各部门	390
非财务因素	390
财务分析	393
19.5 金融公司	396
金融业各部门	396
财务分析	397
19.6 评级机构和经纪公司	400
评级机构	400
经纪公司提供的服务	401
19.7 结论	401
第20章 高收益债券价值评估中的信用分析	403
20.1 引言	403
竞争	405
现金流	405
净资产	406

	管理	406
	杠杆比率	407
20.2	高收益债券的特殊类型	407
	可转换变动利率债券	407
	可替代债券	408
	弹性债券	408
	实物支付债券	408
	其他种类债券	408
20.3	高收益债券的绩效和违约风险	409
20.4	经纪公司和评级机构	410
20.5	结论	410
第 21 章	投资于申请破产的公司和其他处于困境的公司	411
21.1	对破产过程有基本了解的重要性	412
21.2	对破产过程的概述	412
	公司何时申请保护	413
	重组计划制定前的准备工作	415
	重组计划的制定	416
	重组计划说明书	418
	强制批准	418
21.3	对重组公司的分析	419
	投资于个别证券	419
	选择投资范围	419
21.4	获得财务信息	420
	投资于没有形成重组计划的公司	421
	有担保的债券	422
	欺诈性转让	423
	投资于有重组计划的公司	424
	对重组计划的评估	424
	确定债务人的每股价格	426
21.5	结论	428
第 22 章	一般责任市政债券和收入市政债券的信用分析指导原则	429
22.1	引言	429
	第一个影响: 违约和破产	429
	第二个影响: 投资者对免税的强烈要求	430
22.2	法律意见书	430
	一般责任债券	431
	收入债券	431
	法律上未经检验的担保结构和新的融资技术	433
	需要可靠的法律意见书	434
22.3	需要知道谁是“真正的”发行人	434

	关于一般责任债券和税收支持债券	434
	关于收入债券	435
22.4	关于财务顾问和承销商	436
	完备的而不仅仅是足够的投资风险披露的需要	436
	完整性与真实性对公司声誉的重要性	436
22.5	信用分析中的一般信用指标和经济因素	437
	关于一般责任债券	437
	关于收入债券	439
22.6	投资者应当注意的危险信号	450
	关于一般责任债券	450
	关于收入债券	450
第 23 章	新兴市场债务的高收益分析	451
23.1	引言	451
23.2	新兴市场的基本情况	452
	别无选择	452
	独特的机遇	453
	改善的信用质量	454
23.3	价值三角	454
23.4	跨国风险分析	454
	外汇储备	456
	出口	457
	国际收支	460
	其他指标	460
23.5	主权分析的限制	461
23.6	资本构成/技术状况分析	462
	建立适当的绝对收益率水平	462
	技术方面新的复杂性	463
23.7	基本面风险问题	465
	准主权：所见并非所有	465
	对银行难以评估	466
	公司提供了良好的风险—收益关系	466
23.8	基本面评估	467
	概念	468
23.9	财务披露、合同、破产	469
23.10	小结	470
	附录：分析框架	470
	A. 主权分析	471
	B. 技术分析	471
	C. 基本面分析	472

第 4 部分	抵押贷款支持证券和资产支持证券	473
第 24 章	抵押贷款与抵押贷款支持证券概述	475
24.1	房地产抵押市场的参与者	476
	抵押贷款发起人	476
	抵押贷款服务商	477
	抵押贷款承保者	478
24.2	可供选择的抵押贷款工具	478
	等额偿付的固定利率抵押贷款	479
	可调整利率抵押贷款	483
	气球型抵押贷款	484
	“两步”抵押贷款	484
	渐进偿付抵押贷款	484
	增长权益抵押贷款	485
	分层偿付抵押贷款	485
	固定 / 可调整利率混合抵押贷款	485
24.3	提前偿付风险	486
24.4	违约风险	487
24.5	提前偿付罚款抵押贷款	488
24.6	抵押贷款支持证券概述	489
	转手抵押证券	489
	担保抵押证券	494
	剥离抵押贷款支持证券	495
	房地产支持的资产支持证券	496
第 25 章	转手抵押证券	498
25.1	引言	498
25.2	转手抵押证券的起源	499
	转手证券发行量的增长	500
	政府全国抵押协会、联邦全国抵押协会和联邦住宅贷款抵押公司的转手证券对比	502
25.3	抵押贷款支持证券的现金流模型	504
	提前偿付及其现金流表现	505
	衡量转手证券期限的方法	510
	价格和收益率的行为特征	515
	久期和凸性：修正久期和有效久期	520
25.4	相对价值	525
	总持有期收益率	526
25.5	小结	529
附录：	抵押贷款的数学计算	530
	不提前偿付情况下的抵押贷款现金流	530
	衡量提前偿付率的习惯方法	531

有提前偿付的抵押贷款现金流	533
平均期限	533
麦考利久期	534
现金流收益率	534
债券等值收益率	534
总收益率	535
修正久期	535
第 26 章 担保抵押证券	537
26.1 引言	537
26.2 转手证券和完全贷款：担保抵押证券的支柱	539
担保品	539
信用	540
提前偿付	540
26.3 担保抵押证券结构	541
顺序偿还类别	542
按计划摊还类别债券	543
按目标摊还类别债券	547
伴随债券	548
Z 债券	548
增值导向类别	551
浮动利率和反向浮动利率债券	551
只收利息和只收本金的剥离证券	552
26.4 按计划摊还类别约束带的移动	554
26.5 担保抵押证券结构举例	555
26.6 法规的发展对担保抵押证券的影响	557
26.7 担保抵押证券的估价	559
26.8 担保抵押证券和担保品的定价关系	560
26.9 担保抵押证券的交易和清算	562
26.10 结论	563
第 27 章 非机构担保抵押证券	564
27.1 信用增强	565
外部信用增强	565
27.2 内部信用增强	566
准备金	566
高级 / 次级结构	566
27.3 补偿利息	569
27.4 加权平均息票利率的离散度	570
27.5 清偿性提前赎回条款	572
27.6 评估非机构担保抵押证券的提前偿付率	572
其他贷款产品的信用风险	574

27.7	PSA 标准违约假设基准	575
27.8	抵御提前偿付和违约的抵押贷款	576
第 28 章	商业抵押贷款支持证券	578
28.1	引言	578
28.2	商业抵押贷款支持证券交易	579
	转手债券的利率	579
	商业抵押贷款支持证券的信用级别和附属标准	579
	偿付的优先顺序	581
	提前赎回保护	582
	本金偿还的时间安排	584
28.3	基础抵押贷款组合	585
	多样化	585
	交叉担保	587
	贷款分析	587
	贷款的压力测试	588
	对抵押贷款履约状况的历史回顾	588
28.4	建立一个商业抵押贷款支持证券模型	590
28.5	服务商的作用	591
28.6	商业抵押贷款支持证券市场的创新: “买涨” 贷款	591
28.7	结论	592
第 29 章	汽车贷款支持证券	594
29.1	引言	594
29.2	汽车贷款支持证券	595
	汽车金融业	595
	按照债务人类型对汽车贷款支持证券分类	597
	比较抵押品的表现	598
	汽车贷款支持证券与结构	599
29.3	汽车租赁与资产支持证券	603
	汽车租赁资产支持证券与结构	605
29.4	汽车资产支持证券的相对价值分析	608
	提前偿付	610
	分析相对价值的工具	611
29.5	结论	614
第 30 章	封闭式住宅权益贷款支持证券	616
30.1	引言	616
30.2	对目前美国住宅权益贷款状况的介绍	617
30.3	基本结构	619
30.4	信用评级机构的评级方法	623
30.5	住宅权益贷款抵押品表现	624
30.6	住宅权益贷款提前偿付表现	626

30.7	从信用风险的市场定价中分离住宅权益贷款的信用风险	627
30.8	新闻头条风险和艰难时期	628
第 31 章	预制房屋贷款支持证券	632
31.1	引言	632
31.2	什么是预制房屋?	634
31.3	预制房屋贷款产品	634
31.4	谁是借款人?	635
31.5	预制房屋资产支持证券概述	636
31.6	资产集合特征	637
31.7	吸引借款人及其对证券集合的影响	638
	绿树公司发生了什么?	639
	垫支程序	639
31.8	发行人情况介绍	640
	绿树金融公司(康萨可公司)	640
	橡木房屋公司	641
	范德比尔特抵押贷款和金融公司	642
	绿点信贷公司	642
	庞巴迪资本公司	643
31.9	预制房屋提前偿付模式	643
31.10	结论	646
第 32 章	信用卡应收款支持证券	648
32.1	引言	648
32.2	信用卡应收款的证券化	649
32.3	基础集成信托结构	649
	信用卡 ABS 的寿命期	650
	现金流分配	653
	信用增强	655
	信用评级机构考虑的因素	657
32.4	信用卡 ABS 市场	658
	行业合并	659
	信用卡市场的组成部分	660
	通用卡	660
	引导利率卡	661
	认同卡和联名卡	661
	专用信用卡	662
32.5	结论	662
第 5 部分	固定收益分析和模型	665
第 33 章	可赎回证券的特性和策略	667
33.1	引言	667

33.2	为什么有可赎回证券	668
33.3	剖析可赎回证券	669
	可赎回证券的类型	669
	溢价和折价	670
	名义利差	671
33.4	绩效和策略	673
	敏感性	673
	总收益率和策略	675
33.5	结论	678
第 34 章	嵌入期权的债券的估价	680
34.1	引言	680
34.2	可赎回债券的含义	681
34.3	嵌入期权债券的组成部分	681
34.4	嵌入期权债券估价的一般模型	682
34.5	不含期权的债券的估价	682
34.6	二项式利率树	683
	波动性和标准差	686
	确定节点的债券价值	686
	构建二项式利率树	687
	不含期权的债券估价	691
	可赎回债券估价	692
	决定看涨期权的价值	693
	扩展到其他嵌入期权的证券	694
	波动性和理论价值	695
	期权调整利差	695
	有效久期和有效凸性	695
34.7	应用的挑战	697
34.8	小结	697
第 35 章	担保抵押债券估价	699
35.1	引言	699
35.2	静态估价	700
	平均期限	700
	静态利差	701
35.3	动态估价模型	701
	运用模拟来产生利率路径和现金流	702
	计算各利率路径下的现值	704
	选择利率路径的数目	705
	期权调整利差的解释意义	706
	期权成本	706
	期权调整利差模型的其他结果	707

35.4	应用举例	708
	普通结构的 CMO	709
	按计划摊还类别债券 / 支持债券结构的 CMO	711
	反向支付结构的 CMO	717
35.5	小结	718
第 36 章	固定收益债券风险模型	719
36.1	估价模型	720
	期权调整	721
	期权调整的例子	722
36.2	风险模型	723
	期限结构因子收益	724
	收益率利差因子收益	724
	特有收益	724
	风险整合	725
36.3	绩效	726
36.4	投资组合风险的描述	728
36.5	小结	729
第 37 章	期权调整利差与有效久期	730
37.1	嵌入期权债券的价格 / 收益率关系	731
	可赎回债券的价格 / 收益率关系	732
	波动性对可赎回债券定价的影响	733
	可回售债券的价格 / 收益率关系	733
	波动性对可回售债券定价的影响	733
	看跌 / 看涨平价关系	734
37.2	有效久期	735
	有效久期的计算	735
	可赎回债券的有效久期	736
	可回售债券的有效久期	737
37.3	有效到期日	738
37.4	期权调整利差	740
	考虑除期权调整利差与有效久期之外的影响因素	741
37.5	小结	743
第 38 章	摊还资产支持证券估价：静态利差的初步介绍	744
38.1	引言	744
38.2	用平均到期期限确定收益率的缺点	745
38.3	静态利差形成了一个公平的竞争领域	746
38.4	结论	748
第 6 部分	投资组合管理	749
第 39 章	债券管理：过去、现在和将来	751

39.1	传统的固定收益组合策略	751
39.2	历史的观点	752
39.3	量化创新	753
39.4	小结	756
第 40 章	在消极管理和业绩基准选择中的积极决策	757
40.1	积极的债券管理	758
40.2	市场指数	758
	雷曼兄弟政府公司债券指数	759
	雷曼兄弟综合债券指数	760
	所罗门兄弟高等级债券指数	760
40.3	可赎回债券和不可赎回债券的业绩特征	761
40.4	市场波动性一览	763
40.5	利率一览	763
	近期历史回顾	764
	对 1998 年下半年的回顾	766
	对通胀保护国债的排除	767
	预算盈余趋势	768
40.6	对波动性和利率的准确预测	768
	准确的预测	769
40.7	息票集中度在 LBGC 和 LBAG 相对业绩比较中的重要性	772
40.8	收益率曲线形状变动的重要性	774
40.9	指数意识	775
40.10	对指数的一些重要评论	775
第 41 章	指数化和增强指数化的债券组合的管理	777
41.1	国内债券管理简介	777
	债券指数完全匹配法	778
	增强的债券指数化 / 匹配主要的风险因素法	779
	增强的债券指数化 / 风险因素较小匹配误差法	779
	积极管理 / 风险因素较大匹配误差法	779
	积极管理 / 全面出击法	780
41.2	为什么对债券投资组合指数化?	780
	广泛的分散化	780
	竞争性绩效比较	781
	低成本	781
	一致的相对绩效	781
	市场绩效的可预测性	782
	时间检验	782
	把注意力调整和集中到最重要的决策——资产分配	782
41.3	应使用哪一种指数?	783
	市场价值风险	783

	收入风险	784
	负债结构风险	785
41.4	债券指数化的主要风险因素	786
	修正的调整久期	786
	现金流的现值分布	786
	部门和质量比例	788
	部门的久期贡献	789
	质量的久期贡献	789
	部门 / 息票 / 期限权重	789
	发行人风险	790
41.5	债券指数增强	791
	细节	791
	增强的必要性	791
	降低成本的增强	792
	发行选择增强	793
	收益率曲线增强	793
	部门 / 质量增强	794
	赎回风险增强	795
41.6	度量成功性	796
	绩效高于调整后的指数收益率	796
	稳定和较低的月份追踪差异	797
	一致的正确的信息比率	798
	绩效归属分析	799
第 42 章	全球公司债券投资组合管理	800
42.1	引言	800
42.2	公司相对价值分析	809
42.3	相对价值方法论	811
	总收益分析	811
	一级市场分析	813
	流动性和交易性分析	814
	二级市场交易的一些基本理论	815
	利差分析	819
	结构分析	821
	公司曲线分析	823
	信用分析: 公司投资组合分析的基石	824
	资产配置 / 部门轮换	825
42.4	结论	828
第 43 章	管理高收益债券投资组合	830
43.1	引言	830
43.2	投资组合目标的定义	831

43.3	高收益债券投资策略总结	832
	较低的现金头寸	832
	以B级或BB级债券为投资目标	832
	高度分散化	832
	对发行人基本面和信用状况的深入分析	833
	市场分析	834
	重要因素的决定	835
	简单的卖出原则	835
43.4	高收益债券投资银行业务流程分析	835
43.5	有关发行企业信用状况出现问题的话题	837
	早发现早出售是最好的防卫措施	837
	对出现麻烦的发行企业进行重组	839
	不在底部清算的重要性	840
43.6	结论	841
第44章	债券免疫：一种资产/负债的优化策略	842
44.1	什么是免疫的投资组合？	843
44.2	期限匹配：再投资问题	843
44.3	单期免疫	846
44.4	再平衡过程	847
44.5	多期免疫	848
	多期投资组合的再平衡过程	849
44.6	免疫策略的实际应用	849
44.7	免疫的几种变异形式	850
44.8	结论	852
第45章	贡献策略债券组合	853
45.1	适应资产/负债范围扩展的要求	853
45.2	构造与养老金支付相匹配的现金流	854
	确定债务量	854
	建立组合约束条件	857
	再投资收益率	858
	挑选最优化的资产组合	859
	现金流匹配	860
	债券定价	862
	养老金计划的节省	862
	对贡献策略债券组合的再优化	863
	贡献策略组合的积极管理	864
45.3	资金管理人与交易商的角色	865
45.4	结论	866
第46章	对于长期投资基金的市场风险的积极管理	867
46.1	引言	867

46.2	资产负债管理最好的实践模型	868
	基准对于负债的重要性	869
	养老基金与银行和保险公司的比较	869
	匹配和联结策略	869
	短期和长期的风险预测	870
46.3	负债风险和定价	870
	预测负债风险	870
	负债定价	872
	衍生负债的波动性、相关性和预期收益	872
46.4	基准和负债	873
	风险/收益关系	873
	波动性、相关性和 VAR 假设	873
	产生预期收益	874
	基金的当前基准策略	874
46.5	有效边界	875
	产生有效配置	875
	相关性和效率	876
46.6	有效的基准配置	877
	建议的投资组合	877
46.7	相关性对效率的影响	880
	盈余下降风险	880
	固定收益的久期	881
46.8	对风险的贡献	882
	负债	882
46.9	等权重固定收益部分	882
	固定收益基准	883
	股票和商品	884
	分散化投资组合 (70/30)	885
46.10	在热图上的 VAR 压力测试	885
46.11	规章和文献指导	888
46.12	需要加以监控的模型假设	889
46.13	结论	890
第 47 章	增加保险公司投资组合的收益	891
47.1	保险公司投资组合的特别考虑	892
47.2	不要购买和持有, 要购买和准备	892
47.3	资产负债管理的现存方法	893
	期权估价和免疫	896
47.4	投资组合管理的目标列表	898
47.5	在资产/负债/规制/通用会计准则/税金世界中的总收益	899
	长期套利	900

	47.6 概率分布：下一个边界	902
	47.7 结论	905
第 48 章	国际债券投资与投资组合管理	906
	48.1 引言	906
	48.2 国际债券投资的合理性	907
	更高的收益率	908
	分散化	913
	48.3 国际债券对美国债券投资组合的冲击：国际债券投资案例 ...	916
	48.4 积极的国际债券管理	919
	48.5 积极管理的工具	921
	48.6 管理国际债券投资组合	922
	准则和基准	923
	投资组合的分配：选择市场	924
	48.7 货币套期保值债券投资	925
	货币套期保值债券投资的机制	925
	滚动套期保值收益	927
	套期保值与非套期保值外国债券	928
	48.8 结论	929
第 49 章	国际固定收益投资：理论与实务	933
	49.1 国际固定收益分散化投资案例	934
	49.2 货币套期保值外国债券中为何没有“免费的午餐”	937
	罗森博格命题 I	941
	罗森博格命题 II	942
	49.3 为何高收益外国债券没有“免费的午餐”	942
	49.4 积极管理案例	944
	49.5 建立国际债券投资组合的一般指导原则	948
	49.6 系统表述国际固定收益计划的框架	951
	货币决策	951
	市场决策	954
	债券选择决策	957
	各因素综合	957
	49.7 结论	961
第 7 部分	股票连结类证券及其估价	963
第 50 章	可转换证券及其投资特征	965
	50.1 引言	965
	50.2 可转换证券的一般特征	966
	50.3 可转换证券对发行企业的优点和缺陷	969
	50.4 对投资者的好处	970
	50.5 对投资者的不利之处	970

50.6	可转换证券融资的各种形式	971
50.7	可转换证券投资者分类	972
50.8	分析可转换证券	972
50.9	示例分析	973
	转换溢价	974
	收益率损失	975
	潜在的下跌幅度	975
	盈亏平衡时间	976
	情景分析	977
	单独的资产类别	979
	提前赎回风险	981
	可回售的可转换证券	981
	转换权稀释	981
50.10	久期管理	982
50.11	可转换证券的估价	982
50.12	小结	983
第 51 章	可转换证券及其估价	985
51.1	可转换证券市场的演进过程	987
	对可转换证券市场的进一步划分	988
	可转换产品的范围	989
	新的可转换证券	994
	可转换证券的投资	997
51.2	可转换证券的基本特征	998
	价值图示及描述方法	998
	可转换证券的阶段性的	1000
51.3	传统估价方法	1002
51.4	可转换证券估价模型	1004
	影响可转换证券价值的描述性要素和变量	1005
	在多要素中作选择	1008
	估价模型分析：一个简介	1008
	对可转换债券估价模型应用方面的进一步讨论	1010
	运用估价模型	1011
51.5	行使嵌入期权	1013
	投资者的期权	1013
	发行人的期权	1014
51.6	预测未来	1015
51.7	小结	1016
第 8 部分	金融衍生工具及其投资组合运用	1023
第 52 章	利率期货和期权合同的引入	1025

52.1	衍生工具合约的基本特征	1026
	期货合约	1026
	远期合约	1027
	期权	1027
	期权和期货（或远期）合约的差异	1028
52.2	典型交易所交易的利率期货合约	1028
	长期国债期货合约	1029
	中期国债期货	1029
	国库券期货合约	1030
	欧洲美元定期存款期货合约	1031
	期货交易机制	1031
52.3	典型交易所交易的期货期权合约	1034
	长期国债期货期权	1035
	欧洲美元期货期权	1036
	期货期权的交易机制	1037
52.4	场外交易合约	1037
	OTC 市场结构	1038
	OTC 合约	1039
52.5	小结	1043
第 53 章	期货定价及其投资组合应用	1044
53.1	期货合约的定价	1045
	基本原则的举例说明	1045
53.2	证券组合管理的应用	1051
	改变证券组合的久期	1051
	资产分配	1051
	为提高收益率创造合成证券	1051
	套期保值	1053
53.3	小结	1053
第 54 章	国债期货的机制和基差定价	1055
54.1	引言	1055
54.2	期货合同的机制	1056
	转换系数	1056
	清单价格	1057
	隐含的回购利率	1057
	交割程序	1059
54.3	基差	1059
54.4	持有成本	1060
54.5	期权	1061
	收益率转移期权	1062
	收益率利差期权	1064

	新拍卖期权	1066
	百搭牌期权	1067
	转换期权	1069
	54.6 结论	1073
第 55 章	利率期权的基础	1076
	55.1 期权如何运作	1077
	看跌 / 看涨平价	1078
	期权估价	1079
	德尔塔、伽玛和希塔：对期权头寸做套期保值	1084
	55.2 期权策略——重组盈亏图	1088
	方向性	1088
	凸性	1088
	期权费收入	1088
	杠杆投机	1089
	55.3 典型的期权策略	1089
	跨式组合策略	1089
	勒式组合策略	1090
	价差组合策略	1091
	55.4 实际组合策略	1092
	资产组合保险	1092
	抛补看涨期权	1093
	购买—立权和立看跌期权	1094
	波动性	1095
	历史波动性	1095
	隐含波动性	1096
	55.5 结论	1097
第 56 章	运用期货及期权控制利率风险	1098
	56.1 运用期货控制利率风险	1099
	利率风险控制的基本原则	1099
	运用利率期货进行套期保值	1102
	56.2 期权套期保值	1114
	期权套期保值基本策略	1114
	期权套期保值步骤	1118
	买入保护性看跌期货期权套期保值策略	1119
	卖出抛补的看涨期货期权套期保值策略	1122
	套期保值策略比较	1125
	现货工具期权套期保值	1126
	56.3 小结	1127
第 57 章	利率互换	1129
	57.1 利率互换	1130

57.2	普通互换的特点	1130
57.3	互换头寸的解释	1131
	一揽子远期合约	1131
	一揽子现货市场工具	1131
57.4	术语、惯例和市场报价	1133
57.5	应用实例	1134
	用互换将浮动利率债务转化为固定利率债务	1134
	用逆互换把固定利率债务转换为浮动利率债务	1136
57.6	互换的美元久期	1137
57.7	互换市场创新	1138
	基差互换	1138
	收益率曲线互换	1139
	摊还互换和递增互换	1139
	远期互换	1140
	股本互换	1141
	互换期权	1141
57.8	资产互换	1142
57.9	利率互换的终止	1143
	逆互换	1143
	互换售出	1144
57.10	小结	1145
第 58 章	利率上限和下限以及复式期权	1146
58.1	利率上限和下限的特点	1147
58.2	上限和下限的定价	1147
58.3	利率上限	1148
58.4	参与上限	1150
58.5	利率下限	1152
58.6	利率双限	1153
58.7	利率走廊	1155
58.8	上限/下限平价	1156
58.9	上限和下限的终止	1157
58.10	复式期权	1158
	同传统的期权策略的比较	1159
	复式期权的应用	1160
58.11	小结	1161
索 引	1162
译后记	1229

手册 > 金融学译丛 > 固定收益证券手册 金融学译丛 > 固定收益证券手册 金融学译丛 > 固定收益证券手册

第1部分 背景

第 1 章

固定收益证券类型与特征概览

9 弗兰克·J·法博齐 (Frank J. Fabozzi) 博士, 注册金融分析师, 注册会计师

耶鲁大学管理学院金融学兼职教授

迈克尔·G·费里 (Michael G. Ferri) 博士

乔治梅森大学金融学教授

史蒂文·V·曼 (Steven V. Mann) 博士

南卡罗来纳大学达拉摩尔商学院金融学副教授

本章将探讨债券、优先股和抵押贷款支持证券的一些最重要的特征, 并给读者提供一个术语和概念的分类, 这对于阅读以后的章节会很有帮助。

1.1 债券

发行人类型

债券的一个重要特征是发行人的特征。尽管外国政府和公司也在美国金

融市场上筹集资金，但三个最大的债务发行人是国内公司、州和地方政府、联邦政府及其机构。每一类发行人都有自己的显著特征和内在差异。

4 例如，国内公司既包括受政府管制较多的公用事业公司，也包括受管制较少的其他公司。此外，每一个公司可能发行不同的债券：一些债券可能面向公众发行，而另一些债券则直接出售给一个或仅仅几个买家 [称之为私募 (private placement)]；一些债务是以公司特定的资产作抵押的，而另一些债务可能是没有抵押的纯粹信用债券。市政债券也是多种多样的：一般责任债券 (general obligation bond, GO) 是由发行它们的政府的完全信誉、信用和征税权利担保的；收入债券 (revenue bond) 的安全或信用以发债的地方政府经营项目 (例如收费公路、医院、自来水供水系统) 的重要性和成功程度为保证。

美国财政部发行债券的胃口最大，而它的下属机构对发行债券也有很大的需求。联邦政府机构包括与联邦政府相关的机构和政府主办的企业。

无论从法律还是从实践的角度看，在过去的岁月中，不同的借款者形成了不同的债务资金筹集方法。对于投资人来说，意识到这样一点非常重要。不同债务发行人的差别决定了债券在收益率、面值、本金安全性、到期期限、赋税，以及诸如提前赎回、回售和偿债基金等重要条款方面的不同。在讨论固定收益证券的关键特征时，我们将指出债券的特征怎样随债务人或发行机构的改变而改变。更深入的讨论将在本书后面解释各种工具的章节中展开。

到期日

任何债券都具有到期期限 (term-to-maturity) 这一重要特征。到期期限是指借款人承诺履行债务条款的年数 (债务条款包含在债券契约内)。在债券到期日，所有对应的债务将终止，借款人通过偿付面值金额或本金赎回债券。到期日的重要性，可从每只债券的代码或名字都包括到期日 (和息票利息) 中看出。例如，2016 年到期的安海斯-布希公司 (Anheuser Busch) 债券被表示为 “Anheuser Busch 8% of 2016”。在实际操作中，到期日、期限 (term) 和到期期限这几个词常常会被交替使用，表示债券的剩余年限。然而在技术上，到期日表示债券将被赎回的日期，而期限和到期期限表示到赎回日所剩余的年数。

5 债券到期日的重要性体现在四个方面：第一，到期日表明了债券的预期存续期，或是债券持有者预期能收到息票利息的期数，以及本金被偿付之前的年数。第二，债券的收益率实际上依赖于到期日。更进一步说，如果给定某个时点，某只长期债券的收益率可能大于、小于或等于某只短期债券的收益率。在第 6 章将进一步指出，到期日对收益率的影响依赖于收益率曲线的形状。第三，债券价格的波动性与到期日密切相关。同样，市场利率水平的变动对长期债券价格的影响比其他条件相同、惟期限较短的债券价格的影响更大。^[1]第四，还有另外一些风险与债券的到期日相关。这一点将在下一

章解释。

在考虑债券的到期日时，投资者应该注意到任何修改或允许发行人修改债券到期日的条款。尽管公司债券是典型的期限债券（仅有一个到期日），却常常附有一些协议——允许发债公司能够或者必须提前全部或部分清偿债务。例如，许多公司债券允许发行人拥有提前赎回权，允许发行公司在一定的条件下（这些条件将在下面讨论）提前赎回债券。许多市政债券也有同样的条款。尽管美国政府不再发行新的有提前赎回权的债券，但还存在一些附有这项条款的未到期债券。许多工业和公共事业债券有偿债基金条款（sinking-fund provisions），这项条款要求发债公司在债券到期日之前，按照预先安排的时间表赎回债务的一定部分。市政债券是典型的系列债券（serial bond），或者说是由具有不同到期日的债券组成的债券包（一些公司债券也具有这个特征）。

一般来说，公司债券的到期期限介于1~30年之间，但不是没有例外。事实上，财务健全的公司已经开始发行更长期的债券以便锁定长期有吸引力的资金来源。例如，田纳西河流域开发管理局（Tennessee Valley Authority, TVA）发行的债券，利率是8.25%，到期日是2042年4月15日（可在2012年4月15日提前赎回）；联合铁路公司（Conrail）发行的债券，利率是7.875%，到期日是2043年5月15日（不可提前赎回）。最近，沃尔特·迪斯尼公司（Walt Disney Corporation）发行了一只100年期的债券。

尽管把债券分为短期债券、中期债券和长期债券这种做法没被普遍接受，但这是具有代表性的分类法。到期期限在1~5年之间的通常被认为是短期债券，5~12年之间的是中期债券〔常被称为票据（note）〕，长期债券是指那些到期期限在12年以上的债券。

息票利息和本金

6 债券的息票利息（coupon）是指在债券存续期内需要对持有者定期支付的利息。息票利息总是和到期日一起出现在债券报价单上。在债券现货交易中，常常可以听到“美国电话电报公司5½，2001年到期”或者“英格索兰公司（Ingersoll Rand）7.2，2025年到期”这样的报价。在这些例子中，息票利息实际上是指息票利率（coupon rate），即用来乘以债券的本金（principal），或面值（par value or face value），得出应付现金利息额的利率。在美国，已发行债券通常每半年支付一次利息，但不绝对。一个重要的例外是抵押贷款支持证券和资产支持证券，它们通常每月支付现金利息。相反，一些在欧洲的债券市场上发行的债券和所有在欧洲债券市场（Eurobond market）发行的债券，利息一年支付一次。债券可以有无记名债券和记名债券之分。持有无记名债券的投资者需要剪下息票并寄给债务人才能得到利息支付。而对于记名债券，持有人在适当的时间自动收到利息。现在所有新发行的债券都要求是记名债券。

少数公司债券（主要是铁路债券）被称为收益债券（income bond）。这类债券含有一个条款，允许发债公司在盈利太低时可以不支付或推迟支付利息。这类债券往往作为破产重组措施的一部分而发行，或者用于代替已发行的优先股。递延债券（deferrable bond）[也称为信用优先债券（trust preferred）或债务/权益混合债券（debt/equity hybrid）]是收益债券的变种，该债券在20世纪90年代获得了爆炸性的成长。递延债券是次级程度较大的债务工具，允许发行人在财务困境下向后5年推迟利息支付。

零息票债券（zero-coupon bond）自20世纪80年代早期以来由公司 and 市政当局发行。例如，可口可乐公司在1995年5月发行了一只2020年6月20日到期的零息票债券。尽管美国财政部不发行一年期以上的零息票债券，但政府证券交易商们创造了类似的证券。美林公司在1982年8月创造出国债投资增长票据（treasury investment growth receipt, TIGR），率先实现了创新。迄今为止，最热门的零息票国债是国债交易商们根据财政部关于已注册的利息和债券本金的分开交易程序（STRIPS）创造的。关于这些被称为本息剥离国债（treasury strip）如何被创造的问题，我们将在第8章中解释。通常，零息票债券的投资者以低于本金或到期价值的价格购买债券，然后以持有至到期的方式获取利息。发行零息票证券的原因将在第8章解释。此外，也存在一些按面值发行的零息票债券。这些债券在存续期内计息，到期日偿付应计利息和本金。

政府和公司也发行利息偿付与通胀指数相联系的通胀指数债券（inflation-indexed bond）。这种证券的设计意图是保护债券持有者免受通胀带来的固定利息收入贬值的损失。例如，1997年1月美国财政部拍卖一种10年期的国债，该国债每半年付息一次，息票利率依赖于用城市居民消费物价指数（即CPI-U）衡量的通货膨胀率，利息支付额每年调整。这种证券也被称之为通胀保护国债（treasury inflation-protection security, TIPS）。在本书的写作期间，财政部发行了10年期和30年期的通胀保护国债。第一只10年期债券于2007年1月15日到期，息票利率为3.375%。发行时的城市居民消费物价指数是158.435 48点。1998年1月1日，城市居民消费物价指数是161.554 84点。因此，新的半年利息偿付额（每百元面值）为：

$$1.720\ 27 = (0.033\ 75/2) \times (161.554\ 84/158.435\ 48) \times 100$$

如果是传统的10年期固定利率国债，半年利息偿付额应该是1.688 75美元（每百元面值）。自从财政部发行通胀保护证券以后，一些公司也效仿此法，发行了自己的通胀指数债券。^[2]

还有一种证券的息票利率是随时间递增的。这种息票利率随时间推移阶梯增长的证券也被称作阶梯式票据（step-up note）。例如，一只6年期的阶梯式票据可能在第一个2年息票利率是5%，第二个2年为5.8%，最后2年则为6%。相应地，也存在息票利率随时间推移递减而从不会增加的债券。例如，1998年6月，田纳西河流域开发管理局发行了一只30年期、利率为6.75%的可回售自动重设证券（puttable automatic-reset security，

PARRS), 也称为棘齿债券 (ratchet bond)。这种债券自发行后第 5 年开始, 每年对息票利率进行一次重设, 重设办法是: 在当时的 30 年期国债到期收益率加上 94 个基点所得到的利率与 6.75% 中, 选择最低的一个利率自动重设。如果国债收益率降低, 息票利率可能降低, 但不会增加。这种债券还含有一旦利率降低, 持有人可按照面值回售的回售选择权。从设计上来看, 棘齿债券是一种可赎回债券的替代品。

浮动利率证券 (floating-rate security or floater) 是一种与存续期内息票利率固定不变相反的证券。这种证券不止一种, 但无论差异如何, 它们均有一个共同的特点, 即息票利率在存续期内会改变。在指定日期, 息票利率将在参考利率值的基础上, 按照一个利差重新确定。例如, 安然公司 (Enron Corp.) 发行的 2000 年 3 月到期、按季付息的浮动利率债券, 利率计算公式等于 3 个月的伦敦银行同业拆借利率 (LIBOR) 加上 45 个基点。

通常, 浮动利率证券的息票利率的重新确定一年不止一次 (例如半年一次、一季一次或者每月一次)。相反, 那些称之为可调整利率 (adjustable-rate) 债券或可变利率 (variable-rate) 债券的利率调整的次数则少得多, 至多一年一次。

8 浮动利率证券有几个特征值得一提。第一, 在利率重设日, 需要调整的息票利率可能会有最大值 (最小值) 限制, 称为利率的上限 (cap) 或下限 (floor)。第二, 虽然大多数浮动利率证券的参考利率是某种利率或利率指数, 但是许多五花八门的参考利率也用于利率计算公式中。例如, 参考利率可与汇率变动、商品价格 (例如原油) 变动、股票指数 (例如标准普尔 500 指数) 或者债券指数 (例如美林公司债券指数) 的变动挂钩。第三, 尽管浮动利率证券利率通常与参考利率同向变动, 也存在利率与参考利率反向变动的浮动利率证券。这些证券叫做反向浮动利率证券 (inverse floater or reverse floater)。例如, 联邦住房贷款银行 (Federal Home Loan Bank) 在 1999 年 4 月发行了反向浮动利率债券。它所发行的债券在 2002 年 4 月到期, 按季付息, 所付利息按照如下公式计算:

$$18\% - 2.5 \times 3 \text{ 个月的 LIBOR}$$

这只反向浮动利率债券利率下限为 3%, 利率上限为 15.5%。第四, 有一种叫做设定范围票据 (range note) 的浮动利率债券, 如果在重设日参考利率处于特定的范围内, 则该债券息票利率等于参考利率 (按照一定的利差进行调整)。如果参考利率超出该范围, 则那一期的息票利率为零。让我们看一下学生贷款市场协会 (Sallie Mae) 在 1996 年 8 月发行的 2003 年 8 月到期的设定范围票据。这只票据每季付息。如果 3 个月的 LIBOR 在 3%~9% 之间, 那么, 投资人可以按 3 个月 LIBOR 加上 155 个基点的利率获得利息。如果 3 个月 LIBOR 超出这个范围, 那么, 息票利率为零。因此, 这只设定范围票据的利率下限为 0%。

在利息支付方式上, 公司债券市场中的高收益债券 (high-yield) [垃圾债券 (junk bond)] 板块有更多的创新。例如, 在杠杆收购或资产重组中,

发行高收益债券融资会使企业背上沉重的利息支付负担,使企业处于严重的现金流约束下。为减轻负担,涉足杠杆收购或资产重组的企业发行了一种递延利息支付的债券,允许发行人在3~7年的期限内不必使用现金支付利息。递延息票债券有三种类型:(1)递延利息债券;(2)阶梯式债券;(3)实物支付债券。这些债券种类将在第11章中阐述。

另一种高收益债券允许发行人重新确定息票利率,以便于债券按照预先确定的价格交易。息票利率可以每年重设或者在债券存续期内仅仅重设一次。通常,息票利率取两家投资银行建议利率的平均值。新的利率既反映了重设日的基准利率水平,也反映了当日市场对这种债券的信用利差要求。这种债券叫做可延伸重设债券(extendible reset bond)。请注意此债券与前面描述的浮动利率证券之间的差别。对于浮动利率证券,息票利率的重设基于一些基准利率基础上的固定利差,这个利差是在债务契约中事先确定的,利差大小反映了债券发行时的市场状况。与之相比,可延伸重设债券的息票利率重设,基于重设时几个投资银行对市场状况的判断,而且,新的息票利率反映了新的利率水平和投资者所要求的新的利差。

9 债务融资之所以受公司欢迎,一个重要原因是,利息偿付是可以在税前扣除的费用。因此,对于一家盈利的公司来说,债务的真正税后成本通常低于明文规定的息票利率。任何债券的息票利率通常接近于同类债券在首次公开发售时的收益率水平。一些债券最初以低于面值的价格发行[称为初始折价发行债券(original-issue discount bond, OID)],它们的息票利率故意设得低于当前市场利率。然而,企业通常试图把息票利率设定在某个水平上,以保证债券的市场价格接近面值。将息票利率设为接近当时的市场利率,有助于实现这一目的。

对于许多投资者来说,息票利息仅仅是他们每年将收到的利息额。然而根据债券投资者的经验,息票利息的多少还影响着债券价格的波动性。息票利息越多,市场利率变动对债券价格变动的影响越小。因此,息票利息和到期期限对债券的价格波动性有相反的影响。这将在第5章阐述。

债券的本金或面值,均是指在债券到期日、提前赎回日或债券按照偿债基金条款被收回时,付给投资者的金额。但是本金也扮演着另一个角色:因为息票利息是本金和息票利率的乘积,因此,本金是息票利息或定期利息的计算基础。一般来说,公司债券面值是以1 000美元,政府债券面值是以10 000美元,市政债券面值是以5 000美元为最低起点。

债券市场的参与者使用以下几个尺度衡量投资债券的潜在收益:当前收益率、到期收益率、可赎回债券的赎回收益率和可回售债券的回售收益率。最差收益率(yield-to-worst)常为债券所用。它是如下所列中的最低收益率:到期收益率、到所有可能的提前赎回日的收益率、到所有回售日的收益率。这些收益率度量的计算方法及其局限性将在第4章中解释并阐述。

大多数债券价格的报价以面值或面值的百分比表示。把报价转换为相应的美元价格的一个简单方法是:报价除以100(化为小数形式)然后乘以面值。如下表:

面值 (美元)	报价	以百分数表示的价格	美元价格
1 000	91 $\frac{3}{4}$	91.75	917.50
5 000	102 $\frac{1}{2}$	102.5	5 125.00
10 000	87 $\frac{1}{4}$	87.25	8 725.00
25 000	100 $\frac{3}{4}$	100.875	25 218.75
100 000	71 $\frac{9}{32}$	71.281 25	71 281.25

10 长期国债 (treasury bond) 和中期国债 (note) 以百分点的 $\frac{1}{32}$ 为最小报价单位, 公司债券和市政债券则是以百分点的 $\frac{1}{8}$ 为最小报价单位。转换报价到美元价格的过程中要小心, 因为在交易商的计算机屏幕上, 按惯例在长期国债和中期国债的报价中, 小数点之后的数字只显示三十二分之几的“几”, $\frac{1}{32}$ 被省略掉了。例如, 对于长期国债和中期国债, 91.24 的报价表示的是 $91 \frac{24}{32}$ 或 $91 \frac{3}{4}$, 102.4 的报价代表 $102 \frac{4}{32}$ 或 $102 \frac{1}{8}$ 。三十二分之几之后的加号 (“+”) 代表价格增加 $\frac{1}{64}$ ($\frac{1}{32}$ 的 $\frac{1}{2}$)。例如, 98.18+ 的报价表示 $98 \frac{37}{64}$ 。

提前赎回和换新条款

如果债券契约包含提前赎回特征 (call feature) 或提前赎回条款 (call provision), 意味着发行人拥有在既定到期日前完全或部分购回债券的权利。这样一个条款的主要好处是, 允许借款人在市场利率降低时, 发行利息成本更低的债券以取代原有债券。提前赎回特征对于作为发行人的公司和市政机构具有附加价值。它也可以帮助发行人摆脱债务条款中繁杂的约束条款 (涉及资产转让或担保时)。另外, 提前赎回特征为那些可能要用大量现金购回未到期债券的公司或者希望重构资产负债表的公司提供了额外的好处。

提前赎回条款对投资者是有害的, 因为他们必须承受在利率下降时失去高息票利率债券的风险。借款人提前赎回债券时, 投资者必须寻找其他投资渠道, 而这些渠道的收益率大概都比早先被通过提前赎回权回收的债券低。对于投资者的另一个问题是, 提前赎回的预期限制了利率下降时债券应有的增值。

由于提前赎回特征对发行人有利而对投资者不利, 所以, 可赎回债券比那些不能提前赎回的债券有更高的收益率。当投资者相信市场利率将下降, 借款人可能要用新的低息债券代替原有的高息债券 [这样的交易称为债券换新 (refunding)] 时, 收益率的这个差异很可能加大。然而, 仅仅有更高的收益率往往不足以补偿投资者在发行人行使提前赎回权时遭受的损失。因此, 债券被赎回的价格, 术语称为提前赎回价格 (call price), 通常比本金或面值高。提前赎回价格与本金之间的差额叫做提前赎回溢价 (call premi-

um), 溢价金额在债券存续期的开头几年可能相当于一年的利息, 此后逐步降低。

11 对借款人拥有提前赎回权的一个重要约束是提前赎回保护期 (period of call protection), 或递延期 (deferment period)。保护期是一种特定的年限, 规定发行人在债券发行后的这个年限内不得赎回债券。保护期是对投资者的另一种让步, 它有两种形式: 一种是在递延期内债券不能以任何理由赎回 (noncallable, NC), 另一种是在那段时期内不可以进行债券换新 (nonrefundable, NF)。两种形式的区别在于, 不可以进行债务换新的债券可被提前赎回, 但赎回旧债的资金只能来自于内部, 如来自经营性现金流, 或销售资产、设备收入, 或来自非负债资金如普通股出售收入, 但不能来自发新债。因此, 尽管两个术语容易混淆, 但比较清楚的是, 不能进行换新的债券可以在刚才描述的情形下赎回, 而不可赎回债券不能以任何理由提前赎回 (除了满足后面解释的偿债基金条款之外, 对此将在以后的章节中解释)。因此, 对于投资人来说, 不可换新债券比不可赎回债券提供的赎回保护更少。从 1986 年初开始, 许多公司发行的是有扩展的提前赎回保护而不是有换新保护的长期债务。其中相当数量的债券是存续期内不可提前赎回的, 如利率为 8.625%、2006 年到期的陶氏化学公司 (Dow Chemical Company) 债券, 该债券明确禁止发行人在到期前赎回债券。这些全期不可赎回债券 (non-callable-for-life issue) 又称为一次还本付息债券 (bullet bond)。如果一只债券没有任何的提前赎回保护, 则称之为随时可赎回债券 (currently callable)。

自从 20 世纪 90 年代中期以来, 在新发行的债券中, 越来越多地出现了一种附有“互利” (make-whole) 赎回条款的债券。互利赎回条款早在 20 世纪 80 年代后期就出现了, 常见于私募发行的债券中。与那些按照某种计划事先固定赎回价格的一般赎回条款不同, 互利赎回价格与利率水平反向变动。互利赎回价格 (即赎回金额) 通常是剩余利息偿付额和本金的贴现值之和, 所用贴现率等于与债券剩余期限相同的国债收益率加上一个利差。例如 1998 年 1 月 22 日美国铝业公司 (Aluminum Company of America, Alcoa) 发行了 3 亿美元于 2028 年 1 月 15 日到期的债券, 该债券含有互利赎回条款。该条款允许发行人选择在任何时间赎回债券的全部或部分。赎回价格取以下二者中较大的一个: (1) 本金额的 100% 加上应计利息; (2) 互利赎回额加上应计利息。在这个例子中, 互利赎回额等于剩余利息与本金偿付额按调整的国债利率加 15 个基点所得贴现率贴现的现值。^[3]调整的国债利率是与被赎回债券剩余期限相同的国债的债券等值收益率。按照互利赎回条款, 在赎回日前至少 30 天, 但不超过 60 天前预先通知债券持有人。这只债券和大多数含有互利赎回条款的债券一样, 可以在发行后随时赎回。需要注意的是, 在利率下降时, 互利赎回价格上升。于是, 当发行人在利率下降时赎回债券, 债券持有人可以获得更高的提前赎回价格。因此, 互利赎回条款在某种程度上保护了投资者免于再投资的利率风险。

12 关键问题是, 公司选择什么时机进行债券换新最合适? 对投资者而言, 了解公司购回旧债券和发行新债券的过程是重要的。我们用一个简短的例子

说明这个过程，并给读者介绍投资者在预测债券是否将被换新时用到的几种计算方法。

假设一公司的未偿付债券面值总额为3 000万美元，息票利率10%，剩余期限15年，该债券的递延期已经失效。公司现在能发行具有同样期限（15年）、利率为7.8%的债券。假定发行费用和法律费用总计20万美元。债券的赎回价格为每百元面值105美元。公司必须支付经税收调整的赎回溢价和费用。为简化计算，假定税率为30%，赎回的总费用为119万美元。^[4]换新交易能为公司在下一个15年中，每年节省46.2万美元的利息偿付额（等于现存债券的300万美元年利息减去新发债券的234万美元年利息并经税收调整）。^[5]以119万美元的费用支出，换取15年中每年46.2万美元的节约额，这笔投资的年回报率大约是38%。此回报率远远超过公司债券的税后成本（目前为 $5.46\% = 7.8\% \times 0.7$ ）。因此，这个换新完全有利可图。

就市政债券而言，换新的含义有所不同。它可能被先于到期日预先换新（prerefunded）（通常在赎回日）。在这里，市政机构不是发新债还旧债，而是将发行新债的收入用于购买足够多的无风险证券，再用无风险证券的收益支付现存债券的所有现金流。市政机构将这些无风险证券置于一个不可撤销的信托之中，这样一来，市政机构依然有两笔未偿付债务，但是其中的旧债贴上了一个新的标签——它们是被预先换新的。如果用国债换新旧债，则债券的现金流可获得国家信誉的担保。因此，市政债券会被评为AAA级，并因此获得比以前更高的交易价格。市政机构常常发现，这是一个降低债务成本的有效手段。

偿债基金条款

13 偿债基金条款要求借款人每年购回一定数量的未偿付债务。这种条款常见于以公募或私募方式发行的工业债券，在某些类别的公共事业债券中也不难见到。债券购回一般在两种方式中选其一：如果债券价格低于面值，公司可在公开市场上购回相应数量的本公司债券；或是公司把应付款交给被授权监督契约的受托人，由受托人以抽签的方式选择一定数量的债券赎回。在后一种方式中，投资者获得预先确定的赎回价格，通常是面值。不同债券购回的时间安排有相当大的不同。在私募市场上，一些发行人会购回他们的全部或大部分债务；在公开发行的市场上，一些发行人在到期日前，可能只会购回未偿付面值总额的20%~30%的债券。此外，许多债券契约包括递延期，允许发行人过5年或更多年份才开始启动偿债基金购回程序。美国国债通常没有这个条款。

从投资者角度看，偿债基金条款有三个好处：第一，偿债基金要求确保了债务的有序购回，从而使到期日时最后偿付额不会太大；第二，该条款增强了一些债务的流动性，尤其是增强了发行额小、二级市场交易清淡的债券的流动性；第三，有该条款的债券价格大都比较稳定，因为当价格回落时，

发行人可能成为积极的购买者。出于以上理由，含有偿债基金条款的债券的收益率往往低于不带该条款的债券。

然而，偿债基金条款也会对投资者不利。假设一个投资者持有债券没多久，就因偿债基金条款而被提前赎回了，这个投资者为分析该债券而投入的所有时间和努力也被浪费了，投资人不得不再去选择新的投资工具。另外，利率开始下降时，偿债基金条款会迫使投资者放弃高利率债券，承受再投资风险。所以我们可看到，在利率较高时，投资者对那些含有偿债基金条款的债券，会要求比其他债券更高的收益率。

偿债基金条款对投资者的利益的另一种损害，是通过公司债券契约中选择权加速特征实现的。许多公司债券契约中有这部分内容。通过这个选择权，公司可自由地购回比偿债基金条款要求购回的数量更多的债务（并且常常是它的倍数），而且购回的价格是为偿债基金条款而设的赎回价格。当然，公司会在利率相对较低、债券价格超过偿债基金价格（通常接近面值）时行使这个权利。典型的情况是，如果在提前赎回递延期失效之前偿债基金条款有效（可操作），公司就会根据选择权加速特征购回大量债务，并且能按远低于债务换新时的提前赎回价格的价格做到这一点。如此行为对投资者权益的影响是显而易见的：公司以面值或接近面值的价格赎回大量债券，而这些债券本来是可以受到提前赎回保护的，并且有高于面值的市场价值。

回售条款

14 可回售债券（putable bond）授予投资者在指定日期以面值将债券回售给发行人的权利。这种债券对投资者的好处是，如果发行日后利率上升，从而导致债券的市场价值降低，投资者可以要求发行人以面值赎回债券。一些带有回售条款的债券对债券持有人在任何一个回售日可以回售给发行人的债券数量进行了限制。公司债券中包括回售条款可阻止恶意接管。这样的回售条款被称为“毒药回售”。

回售选择权可分为硬回售（hard put）和软回售（soft put）。在硬回售中，发行人只能用现金赎回证券。在软回售中，发行人有用现金、普通股、其他债务工具或同时使用三者来赎回证券的选择权。软回售常见于可转换债券，我们将在后面阐述。

可转换债券或可交换债券

可转换债券（convertible bond）是可以按指定数量转换为发行公司普通股的债券。可转换债券不能做逆向转换，转换条款由公司在债券契约中规定。最重要的条款是转换比率（conversion ratio）和转换价格（conversion price）。转换比率指可转换债券的持有者认领的普通股数。例如，亚马逊公

司 (Amazon.com) 在 1999 年 1 月发行了 12.5 亿美元的 2009 年到期的可转换债券。这些可转换债券的息票利率为 4.75%，每张债券转换比率为 6.408。这意味着发行时的转换价格为每股 156.055 美元 (1 000 美元面值除以 6.408 的转换比率)。发行时的转换价格也称为指定转换价格 (stated conversion price)。

转换权可以在债券整个存续期或仅仅一段时期有效。转换比率可随时间推移而降低，它总是随股票拆分和分红而相应调整。发行人通常可以提前赎回可转换债券，这实际上是允许发行人强制转换债券 (如果发行人欲提前赎回债券，则投资者要么被迫转换债券，要么允许它被赎回)。有一些可转换债券具有提前赎回保护，这种保护可采取以下两种形式之一：或是不允许发行人在某一指定日期之前赎回债券；或是直到股票价格上涨到高于指定转换价格的一定百分比时，允许发行人赎回债券。

可交换债券 (exchangeable bond) 是指能被交换成其他公司而非债券发行公司的普通股票。例如，贝尔大西洋公司 (Bell Atlantic Corp.) 在 1998 年 2 月发行的利率 5.75% 的可交换债券，可交换新西兰电信公司 (Telecom Corp. of New Zealand) 的股票。有少数债券可交换不止一种证券。

可转换债券市场的一个重大变革是美林资本市场公司 (Merrill Lynch Capital Markets) 1985 年创造的流动收益期权票据 (liquid yield option note, LYON)。流动收益期权票据是一种零息票、可转换、可提前赎回和可回售的债券。

关于可转换债券和可交换债券的分析技术，将在本书第 50 章和第 51 章中进一步阐释。

中期票据

15

中期票据 (medium-term notes) 是一种高度灵活的债务工具。这种工具可以方便地根据市场条件和投资者的口味变化而构造。“中期”这个词其实是个误解，因为这种证券期限范围短至 9 个月，长可达 30 年甚至更长。自 20 世纪 80 年代后期以来，中期票据日益成为公司、联邦机构和政府的重要融资手段。中期票据通常不可提前赎回，无担保，有固定利率，属于投资级信用等级的优先债务凭证。它们在初始发行程序上与其他债券不同。关于这个问题将在第 12 章中进一步讨论。结构化中期票据 (structured medium-term note) 或简称结构化票据 (structured note) 是与衍生工具相联结的债务工具。例如，结构化票据通常附有某个相关的互换交易。这种套期保值互换允许发行人创造出风险/收益特征更有吸引力的证券。

认股权证

认股权证 (warrant) 是一种选择权, 它允许持有者以指定价格从发行公司购买一定数量的普通股股份。上市公司在发行新债券时, 同时发行认股权证的做法是很常见的。

认股权证的价值在于它的存续期相当长。大多数认股权证从发行开始至少两年有效, 有一些甚至是永久的。^[6] 认股权证的另一个关键特征是执行价格 (exercise price), 即持有者能从公司买股票的价格。这个价格通常高于发行债券以及认股权证时普通股价格的 15%。通常, 执行价格会按照债券契约的规定随时间推移而上升。认股权证还有一个重要特征, 即它的可分性。可分认股权证 (detachable warrant) 在美国证券交易所 (American Stock Exchange) 的交易常常比较活跃。其他的认股权证只能被债券持有人执行, 称为不可分认股权证 (nondetachable warrant)。认股权证对投资者的主要好处是, 它能提供融资杠杆。

1.2 优先股

16

优先股 (preferred stock) 是一种股票, 而不是债务工具, 但它兼有普通股和债务工具的特点。像普通股股东一样, 优先股的持有者有权得到分红。然而不同于普通股的是, 优先股股息等于面值的指定百分比。^[7] 这个百分比称为股息率 (dividend rate); 在优先股存续期内, 它不需要固定不变, 可以浮动。

无力支付优先股股息并不会使发行人破产。如果发行人不能按期 (通常每季) 发放优先股股息, 那么按照发行条款有两种处理办法。其一, 在完全付清之前, 股息偿付额可累积。有这种特征的优先股叫做累积优先股 (cumulative preferred stock)。其二, 如果企业某次不能发放股息, 持有者必须放弃这次股息, 这种优先股称为非累积优先股 (noncumulative preferred stock)。不分发股息可能会导致企业被迫接受管理上的一定限制。例如, 如果到期未付股息, 优先股股东可能被授予投票权。

与债务不同的是, 对优先股股东的股息支付来自于收益。这意味着按照当前税法, 优先股股息对公司来说是不能抵税的 (相反, 利息可以抵税)。尽管看起来公司通过发行优先股融资的税后成本比借款高, 但有一个因素可以缩小两种融资方式的成本差异, 这就是, 如果获取股息者是符合条件的公司, 那么按照税法, 该股息的 70% 可以免交联邦所得税。例如, 如果 A 公司拥有 B 公司的优先股, 那么 A 公司收到的每 100 美元分红中只有 30 美元需要按 A 公司的边际税率征税。此条款的目的是减轻对公司收益的双重征

税。优先股股息的这种税收处理有两个含义：第一，优先股的主要购买者是寻求投资税收优惠的公司；第二，比起没有此税收条款来，优先股的发行成本更低，因为税收优惠通过购买者自愿接受低股息率而传递给了发行人。

优先股，尤其是累积优先股与债务有一些重要的相似之处，这体现在两个方面：（1）发行人对优先股股东承诺支付的金额是固定的；（2）优先股股东在股息分发和破产时的资产分摊方面比普通股股东享有优先权（非累积优先股的地位比累积优先股低得多）。正是由于这第二个特点，优先股被叫做优先证券（senior security），优先于普通股。在资产负债表上，优先股被列入权益部分。

17 优先股可以没有到期日，这种优先股被称为永久性优先股（perpetual preferred stock）。几乎所有的优先股都有偿债基金条款，某些优先股可以转换成普通股。摩根斯坦利公司的标志性产品——优先权益赎回积累股（preferred equity redemption cumulative stock, PERCS），就是一种到期强制转换的优先股。

历史上，优先股的主要发行人是公用事业机构。每年，一半多的优先股都是由它们发行的。1985年以后，金融机构渐渐成为优先股的主要发行人，如金融公司、银行、储蓄机构、保险公司等。

优先股有三种类型：（1）固定股息率优先股；（2）可调整股息率优先股（adjustable-rate preferred stock, ARPS）；（3）拍卖优先股（auction preferred stock, APS）和再流通优先股（remarketed preferred stock, RP）。可调整股息率优先股的股息率每季度调整一次，调整时，基于当时国债收益率曲线上浮一个预先决定的利差，最大不超过三个点。大多数可调整股息率优先股是永久性的，并且对股息率设浮动的上下限。与可调整股息率优先股一样，拍卖优先股的股息率也是定期调整的，但它的股息率设定是通过拍卖实现的。至于再流通优先股，其股息率由再流通代理人定期决定，它重新设定股息率，以使优先股可以按照面值实现招标，并按照初始发行价格重新出售（重新市场化）。投资者可以选择每7天或每49天重设一次股息率。

1.3 抵押贷款支持证券

抵押贷款支持证券（mortgage-backed security, MBS）是一种现金流依赖于基础抵押贷款集合的金融工具。抵押贷款支持证券有三种类型：（1）转手抵押证券；（2）担保抵押证券；（3）剥离抵押贷款支持证券。本章将对这些证券进行概述，进一步的讨论将在本书第4部分进行。

抵押现金流

18

因为这些证券的现金流依赖于基础抵押贷款集合的现金流，所以首先要定义的是抵押（mortgage）。所谓抵押，是指贷款购买房地产时，用来保证还款的那些房地产保证。如果借款人〔抵押人（mortgagor）〕不能按借款合同向贷款人〔抵押权人（mortgagee）〕偿还贷款，贷款人为保证贷款安全有权取消抵押品赎回权并没收财产。可抵押的房地产分为两大类：住宅房地产与非住宅房地产（也称商业房地产与农业房地产）。抵押贷款规定了贷款利率、偿付频率及到期年数。抵押贷款的每月偿付额中包括月利息额、超出月利息额的用来减少未偿付贷款余额的计划偿付额〔也称计划本金偿付额（scheduled repayment of principal）〕和其他超出抵押支付额的偿付额〔也叫做提前偿付额（prepayments）〕。

事实上，贷款人同意房主有权在任何时间提前偿还（或提前赎回）全部或部分抵押贷款余额。有好几种情况会使房主提前偿付贷款：第一，房主出售房屋时会提前偿还全部抵押贷款。导致房主出售住房的原因很多，例如因工作变动需要搬家或购买更贵的房屋。第二，如果贷款利率在获得抵押贷款后下降，房主重新以较低利率贷款可能是有利的（即使支付所有的重新融资成本之后）。第三，若房主不能履行偿付债务的责任，他们的房屋将被收回和出售，出售所得款项将被用于还清抵押贷款。最后，如果房屋毁于火灾或其他保险范围内的灾害，保险赔付款项将被用于还清抵押贷款。

转手抵押证券

当一个或更多抵押贷款者将抵押贷款组成一个集合，并据以卖出份额或参与凭证时，转手抵押证券（mortgage pass-through security）就被创造出来了。集合中可包括几千个或仅仅几个抵押贷款。转手证券的现金流依赖于基础抵押贷款集合的现金流。如前所述，基础抵押贷款的现金流就是抵押贷款的每月偿付额，由代表利息支付的月抵押支付额、计划本金偿付额和提前偿付额组成，转手证券的持有者按月取得收入。

转手抵押证券有三种主要类型，它们分别由下述机构担保：政府全国抵押协会（Ginnie Mae）、联邦住宅贷款抵押公司（Freddie Mac）、联邦全国抵押协会（Fannie Mae）。其中后两个是由政府主办的机构。政府全国抵押协会是由住房和城市发展部（Department of Housing and Urban Development）全资拥有的一家美国政府公司。与这三个机构相联系的证券被称作机构转手证券（agency pass-through security）。也有非机构转手证券（nonagency pass-through security），它们是由与政府机构没有关系的储蓄机构、商业银行和其他私人渠道发行的。

尽管主要的转手抵押证券以1~4户住宅为抵押品,目前,由其他抵押品支持的转手抵押证券也日益增加,这些证券叫做商业抵押贷款支持证券(commercial mortgage-backed security)。支持这类证券的财产类型有五种:办公楼(室)、零售的房地产、工业设备、多户住宅和旅馆。

担保抵押证券

担保抵押证券(collateralized mortgage obligation, CMO)是为提高抵押贷款支持证券对传统固定收益证券投资者的吸引力而设计的。担保抵押证券是由一个转手抵押证券集合或一个抵押贷款集合支持的证券。担保抵押证券按不同的到期期限分为不同的级别,以满足债券持有人不同层次的需求。债券的不同级别也叫做档次(tranches)。各种档次的来自于基础担保集合的本金偿付额和利息支付额分配规则在说明书中有详细说明。通过重新设定来源于基础担保集合的现金流(即本金偿付及利息);发行人可以创造具备不同提前偿付风险的债券种类,这样做可以使新债券比转手抵押债券更有吸引力,对于关注资产/负债管理目标的机构投资者来说尤其如此。

构造担保抵押证券的过程中创造了多种债券,这些债券分别具有以下某种或兼有几种特征:(1)提前偿付速度的变化范围很大,但现金流更加稳定;(2)与浮动利率债务有更好的匹配性;(3)在利率下降时,债券有相当大的升值潜力,而在利率上升时,贬值风险较小;(4)可被用来对抵押贷款相关产品做套期保值。

在担保抵押债券的众多类型中,有顺序偿还债券、按计划摊还类别债券(planned amortization class, PAC)、计息债券(或Z债券)、浮动利率债券、反向浮动利率债券、按目标摊还类别债券(targeted amortization class, TAC)、支持债券、期限完全确定(very accurately determined maturity, VADM)债券。

商业抵押贷款支持证券中最流行的是担保抵押证券。

剥离抵押贷款支持证券

转手抵押证券持有人取得的现金流源自基础担保集合,该现金流按照比例分为本金和利息两部分。剥离抵押贷款支持证券(stripped mortgage-backed security)1986年由联邦全国抵押协会(Fannie Mae)创造,创造的动机是为了改变本金和利息的分配办法——从按比例分配改为不均等分配。

创造剥离抵押贷款支持证券的一个充分的理由是,这种工具的风险/收益特性对于实现转手证券和抵押贷款投资组合的套期保值目标,更具有吸引力。

剥离抵押贷款支持证券有两类:合成息票转手证券和只收利息/只收本金证券。合成息票转手证券是剥离抵押贷款支持证券的第一代,它的利

率——合成息票利率按照不均等的利息和本金分配形成，不同于基础担保集合的利率。第二类剥离抵押贷款支持证券于1987年初发行。这类证券分为只收利息（interest-only, IO）债券和只收本金（principal-only, PO）债券两种，前者收集所有利息，不含本金，即证券持有者得不到本金；后者只有本金没有利息，即证券持有人得不到利息。

1.4 资产支持证券

20 资产支持证券（asset-backed security）是由非抵押贷款的资产担保的证券。在设计资产支持证券时，发行人汲取了抵押贷款支持证券的结构特征。资产支持证券具有转手证券的结构特征，同时兼有被称为转手支付类债券（pay-through）的特征，转手支付类债券与担保抵押债券非常相似。资产支持证券的信用增强通过信用证、向发行人的追索权、超额抵押或高级/次级结构实现。

资产支持证券有四种普通类型，它们分别是信用卡应收款支持证券、住宅权益贷款支持证券、预制房屋贷款支持证券和汽车贷款支持证券。这些证券的每一种将在第4部分专门阐述。也有一些资产支持证券由下述资产的集合支持：小企业管理局（Small Business Administration, SBA）贷款、学生贷款、船舶贷款、设备租赁、休闲车辆贷款、优先银行贷款或者你最喜欢艺员的未来演出出场费。

1.5 小结

本章纵览了固定收益证券的类型，探讨了这些证券的基本特征，并为读者进一步阅读随后的章节提供了概念和术语背景。

【注释】

[1] 第5章详细讨论这一点。

[2] 这些债券的例子参见 Andrew Rossen, Michael Schumacher, and John Cas-saudoumecq, "Corporate and Agency Inflation-Linked Securities," chapter 18 in John Brynjolfsson and Frank J. Fabozzi (eds.), *Handbook of Inflation Indexed Bonds* (New Hope, PA: Frank J. Fabozzi Associates, 1999).

[3] 在现值计算过程中使用了每月30天、每年360天的计算惯例。

[4] 这些费用都是可在税前扣除的。总费用是150万美元的提前赎回溢价加20万美元的发行费和法律费。税后费用等于税前费用乘以1减去税率之差。因此，税后费用为170万美元乘上1减去0.3之差，为119万美元。

[5] 新的利息费用为3 000万美元乘以 0.078。税后利息费用是 66 万美元乘以 1 减去 0.3 之差。

[6] 长存续期与短存续期形成了鲜明的对比，在短存续期内许多类似认股权证的交易所交易的普通股看涨期权是可以被执行的。

[7] 几乎所有的优先股都限定证券持有者获得特定数量的股息。从历史上看，也有一些优先股允许其持有者获得超出特定数量（基于某一公式）的收益分配。具有这一特征的优先股叫做参与优先股（participating preferred stock）。

第 2 章 投资固定收益证券的风险

21 拉维·F·达塔特里亚 (Ravi F. Dattatreya) 博士
茉莉网络有限公司首席执行官

弗兰克·J·法博齐博士，注册金融分析师，注册会计师
耶鲁大学管理学院金融学兼职教授

从购买固定收益证券开始到售出为止，投资人获得的收益可分为两部分：(1) 证券最后出售时的市场价值；(2) 持有期间收到的现金流和对现金流再投资所获得的收入。有几种环境因素会对这两部分收益产生影响。我们可以通过衡量这些市场因素对证券收益特征的影响程度来定义各种证券的风险。

固定收益证券的投资者可能面临以下风险：

- 市场风险或利率风险；
- 再投资风险；
- 时间风险或提前赎回风险；
- 信用风险或违约风险；
- 收益率曲线风险或到期日风险；
- 通货膨胀风险或购买力风险；

- 流动性风险；
- 汇率风险或货币风险；
- 波动性风险；
- 政治风险或法律风险；
- 事件风险；
- 部门风险。

本章将一一阐述上述风险。随着本书其他章节的更深入的讨论，这些概念将更加清晰。

2.1 市场风险或利率风险

典型的固定收益证券价格与利率反向变动：当利率上升（下降）时，固定收益证券的价格将下降（上升）。^[1]这个特性将在第4章阐述。对于打算持有固定收益证券到期的投资者来说，不用关心到期之前证券的价格变化，然而，对于到期日之前可能不得不出售固定收益证券的投资者来说，利率上升意味着资本利得的损失。这种风险被称为市场风险（market risk）或利率风险（interest-rate risk），是迄今为止投资者在固定收益证券市场面对的最主要的风险。

按惯例，市场利率用国债的收益率水平表示。大多数其他证券的收益率用适当的国债收益率的利差表示，在固定收益证券的报价中一般都这样做。所有固定收益证券的收益率是相互关联的，它们的价格随国债收益率的变化而变化。正如第5章所讨论的，证券价格变动的实际程度依赖于证券的各种特点，比如息票利率、到期日和包含在证券中的各种选择权（例如提前赎回和可回售条款）。

为了控制利率风险，有必要对其进行量化分析。衡量利率风险最普遍使用的尺度是久期（duration）。久期是收益率变化100个基点时，债券或债券组合价格变化的近似百分比。关于久期的具体内容和计量方法将在第5章解释。

2.2 再投资风险

如第4章所述，从证券投资中收到的现金流通常（或假定）被用来再投资。从再投资中获得的收入有时被称为利息的利息。额外收入的多少依赖于再投资时的利率水平和再投资策略。按照既定策略做再投资时，由市场利率变动导致收益波动的风险叫做再投资风险（reinvestment risk）。再投资风险是期中现金流再投资时利率下降的风险。持有时间越长，再投资风险越大；现金流越多越早，再投资风险也越大，例如高利息债券。第4章将对此类风

险进行详细分析。

需要强调的是，利率风险和再投资风险正好是相反的。例如，当利率上升时，存在利率风险，这时固定收益证券价格下降。相反，当利率下降时，存在再投资风险。一种被称为“免疫策略”的投资策略就是基于这两种风险设计的，第 44 章将会对此专门介绍。

2.3 时间风险或提前赎回风险

前面章节提到，有许多债券包含一个允许发行人在到期日之前购回或赎回全部或部分债券的条款。发行人通常保有这个权利，以便于未来市场利率下降到低于息票利率时对债券进行再融资。

从投资者角度看，提前赎回条款有三个不利之处。首先，可赎回债券的现金流模式是不确定的。其次，因为当利率下降时发行人可提前赎回债券，投资者会暴露在再投资风险之下。也就是说当债券被赎回时，投资者将不得不按较低的利率，将收到的款项做再投资。最后，债券的升值潜力将减小，这是因为可赎回债券的价格不可能高于债券的赎回价格。

许多机构、公司和市政债券，以及所有的抵押贷款支持证券都含有借款人在到期日前赎回或终止债券的选择权。尽管可以通过降低价格、提高收益率等手段对投资人承受的提前赎回风险予以补偿，但补偿是否到位难以确定。无论怎样，投资于有提前赎回风险的债券所获的收益，明显不同于不能提前赎回的债券。这种风险的大小取决于提前赎回条款的内容和市场状况。对于固定收益证券组合的投资管理来说，时间风险普遍存在，以至于许多市场参与者把它看做仅次于利率风险的第二大风险。第 34 章和第 35 章将对可赎回债券和抵押贷款支持证券进行基本分析。

抵押贷款支持证券的现金流受房主提前偿还抵押贷款的影响，该抵押贷款的集合是抵押贷款支持证券的担保品。这种情况下的时间风险被称为提前偿付风险（prepayment risk），它包括紧缩风险（contraction risk）——当抵押贷款利率下降时，房主提前偿还部分或全部抵押贷款的风险。然而，如果利率上升，投资者会从提前偿还中受益。这时，提前偿还的做法会减少，投资人会面对抵押贷款利率上升而出现的风险，谓之延伸风险（extension risk）。因此，抵押贷款支持证券的时间风险也叫做提前偿付风险，它包括紧缩风险和延伸风险。

2.4 信用风险或违约风险

的发行人可能违约的风险（也就是发行人不能及时偿还证券本金和利息）。信用风险通过专业评级公司例如穆迪投资者服务公司、标准普尔公司和惠誉评级公司（Fitch）对证券质量的评级来衡量。

信用风险使大多数债券只能以比美国政府债券低的价格或更高的收益率出售。政府债券被视做无风险证券。除了最低信用等级证券（被称为投机级债券、高收益债券或垃圾债券）以外，投资者通常更关注的是已识别的信用风险的变化，以及在既定信用风险水平下的投资成本，而不是实际发生的违约事件。之所以会如此，是因为即使发行公司实际违约的可能性很低，但已识别信用风险的任何一个微小变化或者市场风险溢价的任一变化，都会立即改变债券价格。

2.5 收益率曲线风险或到期日风险

在很多情形下，有某个特定到期日的债券会被用来替代另一种到期日不同的债券。此时要针对两只债券的不同利率风险进行某种调整。然而，这个调整基于对不同期限的债券的利率（即收益率）变化方式的假设。^[2] 收益率变动对假设的偏离被称为收益率曲线风险（yield-curve risk）或到期日风险（maturity risk）。

通常，收益率曲线风险在套期保值情形下比在单纯的投资决策中更重要。例如，交易者在对冲头寸保值时，或养老基金、保险公司试图取得资产以偿付债务时，尤其应该审慎考虑收益率曲线风险。但若养老基金打算做中期投资，精确区分到期日就不是那么重要了。

在债券互换交易分析中，收益率曲线风险也应该被认真考虑，在这种交易中，潜在增值收益完全依赖于收益率曲线的平移（或其他类似的模式）假设。

2.6 通货膨胀风险或购买力风险

25 通货膨胀风险（inflation risk）或购买力风险（purchasing risk），起因于通货膨胀下证券现金流按购买力衡量的价值变化。例如，如果投资者购买一只能实现7%息票利率的5年期债券，而通货膨胀率是8%，在这种情况下，现金流的购买力就降低了。除了通胀调整证券、可调整利率或浮动利率债券以外，其他证券都使投资人暴露在通货膨胀风险下，因为发行人许诺的利率在债券存续期内是固定的。由于浮动利率债券的利率反映了预期通货膨胀率，这类债券的通货膨胀风险较低。

2.7 流动性风险

流动性风险 (liquidity risk) 是投资者不得不以低于最近一次交易标示的债券真实价值的价格出售债券的风险。衡量流动性高低的基本指标是交易商报出的买价与卖价之差。买卖价差越大, 流动性风险越大。表 2—1 表示的是市场不同交易品种的买卖价差, 该价差用价格百分比表示。

表 2—1 市场流动性示意图

类别	买卖价差 (价格的百分比)	
	普通的	陷入危机时的
国债		
国库券	0.002	0.005
新发行的中长期国债	0.003	0.006
旧债券	0.006	0.009
公司债券 (中期)		
A 级金融公司债	0.120	0.500
B 级工业公司债	0.500	5.000
抵押贷款支持证券		
固定利率类别	0.060	0.250
市政债券 (长期)		
Aa/Aaa 级	0.250	0.750

资料来源: Exhibit 1 in Robert I. Gerber, "A User's Guide to Buy-Side Bond Trading," Chapter 16 in Frank J. Fabozzi (ed.), *Managing Fixed Income Portfolios* (New Hope, PA: Frank J. Fabozzi, 1997), p.279.

一个流动性高的市场通常被描述为“有很小的买卖价差, 并且不会因大宗交易而明显扩大”。^[3]在有多多个交易商的市场中, 如何定义买卖价差取决于不同情况。例如, 假设有四个交易商时的买卖价差, 每一个报价是 92 加上如下所示的三十二分之几:

	交易商			
	1	2	3	4
买价	1	1	2	2
卖价	4	3	4	5

每个交易商的买卖价差是（单位是 $1/32$ ）：

	交易商			
	1	2	3	4
买价价差	3	2	2	3

上面计算的买卖价差是对单个交易商而言的。最好的买卖价差是交易商 2 和交易商 3 的 $2/32$ 。

对市场整体而言，买卖价差用最高买价（交易商愿意买进证券的最高价格）和最低卖价（交易商愿意卖出证券的最低价格）表示。这个反映市场的流动性的指标也叫做市场买卖价差（market bid-ask spread）。在四个交易商中，最高的买价是 92 加 $2/32$ ，最低的卖价是 92 加 $3/32$ 。因此，市场买卖价差是 $1/32$ 。

那些计划投资债券并持有到期，且不必随时根据市场价格对资产定价的投资者，对流动性风险可以不那么关心。相反，那些计划持有证券至到期，但需要不断根据市场价格确定资产价值的机构投资者，必须时时关注流动性风险。按照当前市场价格对资产定价，意味着将投资组合中的证券价值，按照当前市场价格重新评估。例如，共同基金需要按照每天的收市价格重新评估持有资产组合的价值，以计算净资产价值（net asset value, NAV）。其他一些机构投资者可以不必像共同基金那样频繁地按市场价格评估资产价值，但在定期向客户、董事会及托管人提供报告时，也须这样做。

那么，按市场价格对资产组合定价时，这个市场价格是如何取得的？一般地，投资经理会从不同的交易商那里寻求几个指导买价，然后使用某种程序确定一个买价。证券流动性越小，交易商获得的买价差异就越大。如果证券的流动性很低，其价格确定将不得不寻求定价服务机构（pricing service）的帮助，而不是交易商。在缺乏交易商提供的指导买价下，投资经理会更关心定价服务机构使用的定价模型，这会导致他们偶尔滥用买价（在经过超出经理人员控制权限的内部批准下）。

27 买卖价差以及流动性风险是随时间变化的。表 2—1 显示了在陷入危机时的不同类别证券的买卖价差估计。打算做新的复杂的债券组合投资的投资者应关注不断变化的市场流动性。

2.8 汇率风险或货币风险

非美元计价的债券（即以外国货币偿付的债券）的美元现金流是未知的。美元现金流的多少依赖于收到偿付款时的汇率。例如，假定投资者购买一只以日元偿付的债券，如果日元相对于美元贬值，那么收到的美元将会减少。这样的风险就是汇率风险（exchange rate risk）或货币风险（currency

risk)。当然，如果日元相对于美元升值，投资者将因收到更多的美元而获利。

除了汇率以外，投资者还可能遭受当地市场的利率风险或市场风险。例如，如果美国投资者购买以欧元计价的德国政府债券，在到期日之前出售债券得到的收益，除了取决于汇率以外，还取决于德国债券市场的利率水平。

2.9 波动性风险

如同将在以后章节说明的，内含选择权的债券价格取决于利率水平和影响选择权价值的因素。这些因素之一是利率的预期波动性。说得具体些，当预期利率波动性加大时，选择权的价值上升。就可赎回债券和抵押贷款支持债券而言，因为投资者授予选择权给借款人，投资者放弃了更有价值的权利，证券价格就会随预期利率波动性的上升而下降。波动性变化对证券价格反向影响的风险叫做波动性风险（volatility risk）。

2.10 政治风险或法律风险

有时政府会宣布扣缴或增加额外的债券税收，或宣布对某个债券免税。此外，监管机构可能会断定，某个债券对其监管的投资实体来说是不合适的。这些行为可能会对证券价值产生消极影响，也可能产生积极影响。任何有可能对证券价值产生消极影响的政治或法律行为，均构成政治风险（political risk）或法律风险（legal risk）。

28

为进一步说明政治风险或法律风险，我们可以考虑购买免税市政债券的投资者。这些投资者将面对两种政治风险 [更恰当的称呼是税收风险（tax risk）]。第一种税收风险是联邦所得税率下降的风险。边际税率越高，免税市政债券的价格就越高。边际税率下降，免税市政证券的价格就会降低。例如，统一的低税率建议明显减少了持有市政债券的税收好处，使免税市政债券的价格降低。第二种税收风险是按免税市政债券发行的债券最终会被国内税务署宣布需要纳税。这种情况可能发生，因为许多市政（收入）债券均有精细设计的债券结构，它们会受未来可能不利的委员会诉讼（congressional actions）和国内税务署的解释的影响。一旦失去免税的好处，市政债券价值就会下降，形成与可比的不免税债券一致的收益率。例如，1980年6月，巴特里城市公园市政管理局（Battery Park City Authority）出售9 731.5万美元建设贷款债券。发行时，法律顾问认为债券利息可以免交联邦所得税，但到1980年11月，国内税务署坚持认为这些债券的利息不能免税，结果是该债券价格降低。一直到1981年9月管理局和国内税务署签署了正式协议，

确定该债券利息免税，才算解决了这个争端。

2.11 事件风险

发行人还本付息的能力，偶尔会发生严重的并且出乎预料的变化，原因有二：(1) 自然灾害或行业事故；(2) 并购或公司重组。这些风险被称为事件风险 (event risk)。核电站建设计划被取消就是发生在公用事业行业的第一种事件风险。

第二种事件风险的例子是发生在 1988 年的雷诺纳贝斯克公司 (RJR Nabisco Inc) 并购事件。约 250 亿美元的并购需要通过杠杆收购 (leveraged buyout, LBO) 实现。为此，公司需要偿还大量的债务，它的质量等级被降为非投资级。结果，杠杆收购的消息一公布，公司债券收益率相对于国债基准利率的利差，就从 100 个基点增加到了 350 个基点。

事件风险对其他公司也会有外溢影响。例如，如果发生核事故，将会对整个生产核能的行业产生影响。

2.12 部门风险

29 由于上述风险中部分或全部风险的协同作用，使得市场环境的变化对于不同债券价格的影响不同。例如折价发行债券对比溢价发行债券、工业债券对比公用事业债券、公司债券对比抵押贷款支持债券，其价格对于市场变化有不同的反应。各部门债券价格发生不同程度的不利变化的可能性，称为部门风险 (sector risk)。

2.13 其他风险

本章介绍的固定收益证券市场的投资风险种类并不包括全部风险。在市场中，人们习惯于考虑所有风险而不仅仅是市场风险 (利率风险)，但市场风险被视为主要风险 (basis risk)。

2.14 小结


在这一章中，我们描述了固定收益证券投资的 12 种风险。并非所有的债券或投资策略都会使投资人面临我们讨论的所有风险。随着本书对各种工具和投资组合策略的进一步讨论，我们会更多地了解这些风险。

【注释】

[1] 有一些固定收益工具的价格与利率同向变动，比如有可回售选择权的债券和只收利息抵押贷款支持证券。

[2] 通常假设平行移动，即我们假设不同到期日的债券收益率移动相等的程度。

[3] Robert I. Gerber, "A User's Guide to Buy-Side Bond Trading," Chapter 16 in Frank J. Fabozzi (ed.), *Managing Fixed Income Portfolios* (New Hope, PA: Frank J. Fabozzi, 1997), p.278.



第 3 章 货币的时间价值

31 弗兰克·J·法博齐博士，注册金融分析师，注册会计师
耶鲁大学管理学院金融学兼职教授

分析金融工具时，货币有时间价值是最基本的观念之一。货币有时间价值是因为它有按照某个利率投资获取利息的机会。在这一章中，我们将阐述货币时间价值的三个基本概念：终值、现值和收益率。下一章还会用到这些概念，在第 4 章中我们将讨论债券定价和收益率测算。

3.1 终值

假定一位投资者把 1 000 美元存入银行账户，银行同意每年支付 7% 的利息。第 1 年末，账户上将有 1 070 美元，即 1 000 美元的本金加上 70 美元的利息。假定该投资者决定下一年将 1 070 美元继续存在银行，银行也继续按 7% 的年利率付息。第 2 年末，银行账户上的金额将达到 1 144.90 美元。计算如下：

第2年年初本金	1 070 .00
第2年的利息(1 070×0.07)	<u>74 .90</u>
银行账户总额	1 144 .90

如果按初始投资1 000美元计算, 1 144.90美元还可以这样计算得出:

第1年初初始投资	1 000 .00
第1年利息(1 000×0.07)	70 .00
初始投资基础上的第2年利息	70 .00
第1年利息在第2年的增值(70×0.07)	<u>4 .90</u>
总计	1 144 .90

32 第2年在初始本金1 000美元的利息70美元之外的4.90美元的利息, 是根据第1年利息得到的利息。

如果每年的利率均为7%, 且利息免税, 这样8年之后1 000美元将累积为1 718.19美元。第8年末的金额被称为终值(future value)。

注意, 在第8年末, 总的利息收入是718.19美元。这个总利息收入等于初始本金赚得的560美元(70×8)加上这些利息再投资所获得的158.19美元(718.19-560)。

计算投资终值

如果每年的利率均为7%, 那么要计算8年后1 000美元的价值, 可以用下式计算:

$$1\,000(1.07)^8 = 1\,718.19$$

对公式推而广之, 假定1 000美元按年利率*i* (以小数表示) 投资*N*年, 那么从现在开始到*N*年末的终值为:

$$1\,000(1+i)^N$$

如果1 000美元按年利率10% (*i*=0.10) 投资4年, 那么它将增值为1 464.10美元:

$$1\,000(1.10)^4 = 1\,000(1.464\,1) = 1\,464.10$$

公式 $(1+i)^N$ 代表1美元按照年利率*i* 在第*N*年末的增值量。该公式叫做1美元的终值。用1美元的终值乘以初始本金, 我们就能得到初始本金的终值。

例如, 我们刚刚示范了1 000美元按年利率10% (*i*=0.10) 投资4年的终值为1 464.10美元的计算过程。1美元的终值是1.464 1美元。如果用50 000美元代替1 000美元的初始本金, 终值是:

$$50\,000(1.464\,1) = 73\,205.00$$

终值公式总结如下:

$$FV = P(1+i)^N$$

式中:

FV——终值 (美元);

P——初始本金 (美元);

i——利率 (小数形式);

N——年数。

33 多数计算器有计算终值的功能。另外,还可以使用 N 期 1 美元在 N 年末的终值表查询终值。表 3—1 就是一个 N 期 1 美元在 N 年末的终值简表。其中在 10% 的那一列和 4 年的那一行的交叉处,数值是 1.464 1,等于我们上面计算的 $(1.10)^4$ 。

下面用三个例子示范如何使用终值公式。

例 1. 一位养老基金经理投资 1 000 万美元购买某种 5 年期、年利率 8.7%、按年付息的金融工具。于是,1 000 万美元投资的终值是 15 175 665 美元:

$$P = 10\,000\,000$$

$$i = 0.087$$

$$N = 5$$

$$\begin{aligned} FV &= 10\,000\,000(1.087)^5 \\ &= 10\,000\,000(1.517\,566\,5) \\ &= 15\,175\,665 \end{aligned}$$

例 2. 假定一家人寿保险公司向一家养老基金保证:4 年之后偿还 1 400 万美元。如果保险公司收到了 1 100 万美元的保费,然后全部用于为期 4 年、年利率 6.5% 的投资,它能从这笔投资中获得足够的资金偿付 1 400 万美元的债务吗?

在第 4 年末,1 100 万美元投资的终值是 14 151 130 美元,计算如下:

$$P = 11\,000\,000$$

$$i = 0.065$$

$$N = 4$$

$$\begin{aligned} FV &= 11\,000\,000(1.065)^4 \\ &= 11\,000\,000(1.286\,466\,4) \\ &= 14\,151\,130 \end{aligned}$$

终值预计是 14 151 130 美元,因此,人寿保险公司将从这笔投资中获得充足的资金以支付养老基金 1 400 万美元的债务。

35 例 3. 一家免税基金的投资经理考虑投入 400 000 美元购买一个年利率 5.7% 的投资工具并持有 4 年。在第 4 年末,这位投资经理打算把所得款项再投资 3 年,并希望在这 3 年之内能获得 7.2% 的年利率。这笔投资的终值是 615 098 美元。

表 3-1-1

N 期 1 美元在 N 年末的终值

年数	利率														
	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%	11%	12%	13%	14%	15%
1	1.010	1.020	1.030	1.040	1.050	1.060	1.070	1.080	1.090	1.100	1.110	1.120	1.130	1.140	1.150
2	1.020	1.040	1.060	1.081	1.102	1.123	1.144	1.166	1.188	1.210	1.232	1.254	1.276	1.299	1.322
3	1.030	1.061	1.092	1.124	1.157	1.191	1.225	1.259	1.295	1.331	1.367	1.404	1.442	1.481	1.520
4	1.040	1.082	1.125	1.169	1.215	1.262	1.310	1.360	1.411	1.464	1.518	1.573	1.630	1.689	1.749
5	1.051	1.104	1.159	1.216	1.276	1.338	1.402	1.469	1.538	1.610	1.685	1.762	1.842	1.925	2.014
6	1.061	1.126	1.194	1.265	1.340	1.418	1.500	1.586	1.677	1.771	1.870	1.973	2.082	2.195	2.313
7	1.072	1.148	1.229	1.315	1.407	1.503	1.605	1.713	1.828	1.948	2.076	2.210	2.352	2.502	2.660
8	1.082	1.171	1.266	1.368	1.477	1.593	1.718	1.850	1.992	2.143	2.304	2.476	2.655	2.852	3.059
9	1.093	1.195	1.304	1.423	1.551	1.689	1.838	1.999	2.171	2.357	2.558	2.773	3.004	3.251	3.517
10	1.104	1.219	1.343	1.480	1.628	1.790	1.967	2.158	2.367	2.593	2.839	3.105	3.394	3.707	4.045
11	1.115	1.243	1.384	1.539	1.710	1.898	2.104	2.331	2.580	2.853	3.151	3.478	3.835	4.226	4.652
12	1.126	1.268	1.425	1.601	1.795	2.012	2.252	2.518	2.812	3.138	3.498	3.896	4.334	4.817	5.350
13	1.138	1.293	1.468	1.665	1.885	2.132	2.409	2.719	3.065	3.452	3.883	4.363	4.898	5.492	6.152
14	1.149	1.319	1.512	1.731	1.979	2.260	2.578	2.937	3.341	3.797	4.310	4.887	5.534	6.261	7.075
15	1.161	1.345	1.558	1.800	2.078	2.396	2.759	3.172	3.642	4.177	4.784	5.473	6.254	7.137	8.137
16	1.172	1.372	1.604	1.873	2.182	2.540	2.952	3.425	3.970	4.595	5.310	6.130	7.067	8.137	9.357
17	1.184	1.400	1.652	1.947	2.292	2.692	3.158	3.700	4.327	5.054	5.895	6.866	7.986	9.276	10.761
18	1.196	1.428	1.702	2.025	2.406	2.854	3.379	3.996	4.717	5.559	6.543	7.690	9.024	10.575	12.375
19	1.208	1.456	1.753	2.106	2.527	3.025	3.616	4.315	5.147	6.115	7.263	8.612	10.197	12.055	14.231
20	1.220	1.485	1.806	2.191	2.653	3.207	3.869	4.661	5.604	6.727	8.062	9.646	11.523	13.743	16.366
21	1.232	1.515	1.860	2.278	2.786	3.396	4.140	5.038	6.108	7.400	8.949	10.803	13.021	15.667	18.821
22	1.244	1.546	1.916	2.369	2.925	3.603	4.430	5.436	6.658	8.140	9.933	12.100	14.714	17.861	21.644
23	1.257	1.576	1.973	2.464	3.071	3.819	4.740	5.871	7.257	8.954	11.026	13.552	16.627	20.361	24.891
24	1.269	1.608	2.032	2.563	3.225	4.048	5.072	6.341	7.911	9.849	12.239	15.178	18.788	23.212	28.625
25	1.282	1.640	2.093	2.665	3.386	4.291	5.427	6.848	8.623	10.834	13.585	17.000	21.230	26.461	32.918
26	1.295	1.673	2.156	2.772	3.555	4.549	5.807	7.396	9.399	11.918	15.080	19.040	23.990	30.166	37.856
27	1.308	1.706	2.221	2.883	3.733	4.822	6.213	7.988	10.245	13.110	16.739	21.324	27.109	34.389	43.535
28	1.321	1.741	2.287	2.998	3.920	5.111	6.648	8.627	11.167	14.421	18.580	23.883	30.633	39.204	50.065
29	1.334	1.775	2.356	3.118	4.116	5.418	7.114	9.317	12.172	15.863	20.624	26.749	34.616	44.693	57.575
30	1.347	1.811	2.427	3.243	4.321	5.743	7.612	10.062	13.267	17.449	22.892	29.959	39.116	50.950	66.211

400 000 美元以 5.7% 的年利率投资 4 年的终值是：

$$P = 400\ 000$$

$$i = 0.057$$

$$N = 4$$

$$\begin{aligned} FV &= 400\ 000(1.057)^4 \\ &= 400\ 000(1.248\ 245) \\ &= 499\ 298 \end{aligned}$$

499 298 美元以 7.2% 的年利率再投资 3 年的终值是：

$$i = 0.072$$

$$N = 3$$

$$\begin{aligned} FV &= 499\ 298(1.072)^3 \\ &= 499\ 298(1.231\ 925) \\ &= 615\ 098 \end{aligned}$$

非整数期

在我们的例子中，我们终值的期限都是整年。然而，如果投资期限不是整年，终值公式也是相同的。大多数袖珍计算器能计算非整数指数。

例如，假定 100 000 美元投资 7 年零 3 个月。因为 3 个月是 1 年的 0.25，终值公式中的 N 为 7.25。假设年利率为 5%，那么 100 000 美元投资 7 年零 3 个月后的终值是 142 437 美元：

$$P = 100\ 000$$

$$i = 0.05$$

$$N = 7.25$$

$$\begin{aligned} FV &= 100\ 000(1.05)^{7.25} \\ &= 100\ 000(1.424\ 369) \\ &= 142\ 437 \end{aligned}$$

每年付息一次以上的终值

36 一项投资可能一年不止支付一次利息。例如，利息可以每半年支付一次，或按季、按月甚至按天支付。在一年支付不止一次利息的情况下，只要调整年利率和指数，我们的终值公式仍然有效。为此，年利率需要除以每年的利息支付次数，代表年数的指数必须乘上每年的利息支付次数。

如果利息一年支付 m 次，终值公式如下：

$$FV = P(1 + i)^n$$

式中：

i ——年利率除以 m ；

n ——付息次数 ($= N \times m$)。

例4. 假定一位投资组合经理对一个年利率为6.4%的项目投资100万美元, 为期6年, 利息按半年支付。投资终值是1 459 340美元:

$$\begin{aligned}
 P &= 1\,000\,000 \\
 m &= 2 \\
 i &= 0.032 \quad (=0.064/2) \\
 N &= 6 \\
 n &= 12 \quad (=6 \times 2) \\
 FV &= 1\,000\,000 (1.032)^{12} \\
 &= 1\,000\,000 (1.459\,340) \\
 &= 1\,459\,340
 \end{aligned}$$

如果利息一年仅支付一次, 终值将是1 450 941美元而不是1 459 340美元。半年付息可以获得较高的终值, 利息收入有更多的再投资机会。

普通年金的终值

假定一位投资者预计从现在开始以后的5年中, 每年从投资项目得到10 000美元收入。他计划用每年收到的10 000美元做再投资。假设每一次10 000美元的投资能获得6%的利率。到第5年末这位投资者将会有多少钱?

我们的终值公式使计算每一个10 000美元的投资增值变得十分简单。计算过程如图3—1所示。图3—1中的终值56 371.30美元包括5次10 000美元共50 000美元, 以及每年10 000美元投资的利息6 371.30美元。

37

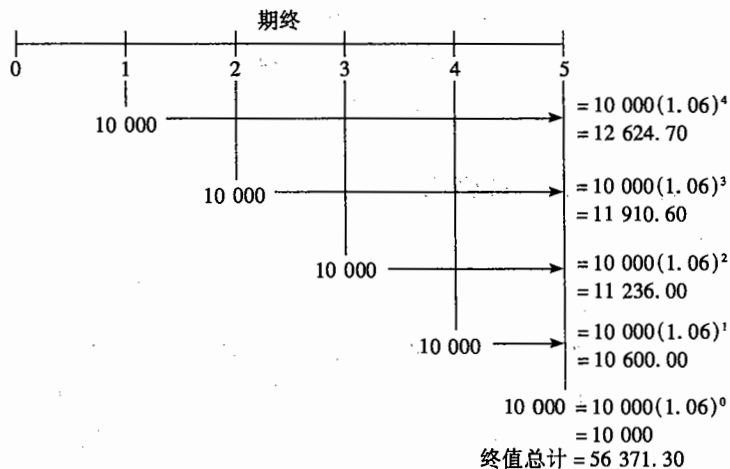


图3—1 5年内每年投入10 000美元的普通年金终值

如果定期收到（或支付）同样数量的钱，这笔钱就称之为年金（annuity）。如果第一笔收入（支付）从现在起过一个时期之后发生，这个年金就叫做普通年金（ordinary annuity）。

普通年金的终值计算公式是：

$$FV = A \left[\frac{(1+i)^N - 1}{i} \right]$$

式中：

A ——年金额（美元）；

i ——年利率（小数形式）。

方括号内是每年1美元普通年金的终值。1美元普通年金的终值乘以年金金额即得任何数量的普通年金终值。

例如，如果从现在开始的未来5年内，每年按6%的利率投资10 000美元，则：

$$A = 10\,000$$

$$i = 0.06$$

$$N = 5$$

因此，

38

$$\begin{aligned} FV &= 10\,000 \left[\frac{(1.06)^5 - 1}{0.06} \right] \\ &= 10\,000 \left[\frac{1.338\,225\,6 - 1}{0.06} \right] \\ &= 10\,000 (5.637\,10) \\ &= 56\,371 \end{aligned}$$

这个结果与我们早先计算的一样。

也可以用表查到每期1美元普通年金的终值。表3—2是一个简表。其中的数值乘以年金金额可得到年金终值。例如，利率为6%的5期1美元年金终值从表3—2中查为5.637 1。因此，10 000美元普通年金的终值是10 000美元乘以5.637 1，即56 371美元。

3.2 现值

我们已经了解了怎样计算投资的终值，现在我们需要了解怎样计算为取得该终值今天必须投入的金额。这个金额叫做现值（present value）。

表 3-2

N 期 1 美元普通年金的终值

年数	利率														
	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%	11%	12%	13%	14%	15%
1	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0
2	2.010 0	2.020 0	2.030 0	2.040 0	2.050 0	2.060 0	2.070 0	2.080 0	2.090 0	2.100 0	2.110 0	2.120 0	2.130 0	2.140 0	2.150 0
3	3.030 1	3.060 4	3.090 9	3.121 6	3.152 5	3.183 6	3.214 9	3.246 3	3.278 1	3.310 0	3.342 1	3.374 4	3.406 9	3.439 6	3.472 5
4	4.060 4	4.121 6	4.183 6	4.246 5	4.310 1	4.374 6	4.439 9	4.506 1	4.573 1	4.641 0	4.709 7	4.779 3	4.849 8	4.921 1	4.993 4
5	5.101 0	5.204 0	5.309 1	5.416 3	5.525 6	5.637 1	5.750 7	5.866 6	5.984 7	6.105 1	6.227 8	6.352 8	6.480 3	6.610 1	6.742 4
6	6.152 0	6.308 1	6.468 4	6.633 0	6.801 9	6.975 3	7.153 3	7.335 9	7.523 3	7.715 6	7.912 9	8.115 2	8.322 7	8.535 5	8.753 7
7	7.213 5	7.434 3	7.662 5	7.899 3	8.142 0	8.393 8	8.654 0	8.922 8	9.200 4	9.487 2	9.783 3	10.089	10.405	10.730	11.066
8	8.285 7	8.583 0	8.892 3	9.214 2	9.549 1	9.897 5	10.259	10.636	11.028	11.435	11.859	12.299	12.757	13.232	13.726
9	9.368 5	9.754 6	10.159	10.582	11.026	11.491	11.978	12.487	13.021	13.579	14.164	14.775	15.416	16.085	16.785
10	10.462	10.949	11.466	12.006	12.577	13.180	13.816	14.486	15.192	15.937	16.722	17.548	18.420	19.337	20.303
11	11.566	12.168	12.807	13.486	14.206	14.971	15.783	16.645	17.560	18.531	19.561	20.654	21.814	23.044	24.349
12	12.682	13.412	14.192	15.025	15.917	16.869	17.888	18.977	20.140	21.284	22.713	24.133	25.650	27.270	29.001
13	13.809	14.680	15.617	16.626	17.713	18.882	20.140	21.495	22.953	24.522	26.212	28.029	29.985	32.088	34.351
14	14.947	15.973	17.086	18.291	19.598	21.015	22.550	24.214	26.019	27.975	30.095	32.392	34.883	37.581	40.504
15	16.096	17.293	18.598	20.023	21.578	23.276	25.129	27.152	29.360	31.772	34.405	37.229	40.418	43.842	47.580
16	17.257	18.639	20.156	21.824	23.657	25.672	27.888	30.324	33.003	35.949	39.190	42.753	46.672	50.980	55.717
17	18.430	20.012	21.761	23.697	25.840	28.212	30.840	33.750	36.973	40.544	44.501	48.883	53.739	59.117	65.075
18	19.614	21.412	23.414	25.645	28.132	30.905	33.999	37.450	41.301	45.599	50.396	55.749	61.725	68.394	75.836
19	20.810	22.840	25.116	27.671	30.539	33.760	37.379	41.446	46.018	51.159	56.940	63.439	70.749	78.969	88.211
20	22.019	24.297	26.870	29.778	33.066	36.785	40.995	45.762	51.160	57.275	64.203	72.052	80.947	91.024	102.44
21	23.239	25.783	28.676	31.969	35.719	39.992	44.865	50.422	56.764	64.002	72.265	81.698	92.470	104.76	118.81
22	24.471	27.299	30.536	34.248	38.505	43.392	49.005	55.456	62.873	71.402	81.214	92.502	105.49	120.43	137.63
23	25.716	28.845	32.452	36.617	41.430	46.995	53.436	60.893	69.531	79.543	91.148	104.60	120.20	138.29	159.27
24	26.973	30.421	34.426	39.082	44.502	50.815	58.176	66.764	76.789	88.497	102.17	118.15	136.83	158.65	184.16
25	28.243	32.030	36.459	41.645	47.727	54.864	63.249	73.105	84.700	98.347	114.41	133.33	155.62	181.87	212.79
26	29.525	33.670	38.553	44.311	51.113	59.156	68.676	79.954	93.323	109.18	128.00	150.33	176.85	208.33	245.71
27	30.820	35.344	40.709	47.084	54.669	63.705	74.483	87.350	102.72	121.09	143.08	169.37	200.84	238.49	283.56
28	32.129	37.051	42.930	49.967	58.402	68.528	80.697	95.338	112.96	134.20	159.82	190.69	227.95	272.88	327.10
29	33.450	38.792	45.218	52.966	62.232	73.639	87.346	103.96	124.13	148.63	178.40	214.58	258.58	312.09	377.16
30	34.784	40.568	47.575	56.084	66.438	79.058	94.460	113.28	136.30	164.49	199.02	241.33	293.20	356.78	434.74

未来收入的现值

让人感兴趣的是,为了得到确定的终值,在利率为 i 的情况下,如何确定今天必须投入并持有 N 年的金额。我们可以从前面给出的终值公式中解出初始本金 P :

$$P = FV \left[\frac{1}{(1+i)^N} \right]$$

用 PV 代替上面公式中的 P 表示现值。因此,现值公式可写成:

$$PV = FV \left[\frac{1}{(1+i)^N} \right]$$

41 方括号内是 1 美元的现值,即在利率为 i 的情况下,为了实现从现在开始 N 年以后有 1 美元,今天必须储蓄的钱。也可以使用现值表。表 3—3 给出了用 1 除以 $(1+i)^N$ 算出的 1 美元现值。其中列表示利率,行表示期数。从表 3—3 中查到的 1 美元现值乘以终值即可算出现值。例如,若年利率为 12%,按年付息,7 年以后 1 000 美元的现值为:

$$\begin{aligned} PV &= 1\,000 \text{ (表 3—3 中的 1 美元现值)} \\ &= 1\,000 (0.452\,3) \\ &= 452.30 \end{aligned}$$

计算现值的过程也称为折现 (discounting)。因此,现值有时叫做折现值 (discounted value),利率叫做折现率 (discount rate)。

计算现值时有两件事值得注意。首先请看表 3—3,你可以选择任一利率并顺着对应的列向下看。你会发现现值是递减的,也就是说,给定未来收到的美元金额,计息期越长,现在必须投资的金额越少;第二,挑选任一期数所对应的行从左往右看。你会发现随着利率的提高,现值在减少。也就是说,利率越高,为了获得特定终值所必须的投资额越少。

下面用两个例子说明怎样计算现值。

例 5.一位养老基金投资经理知道他必须在 6 年之后偿还一笔 900 万美元的债务。假设现今的投资能按 7.5% 的年利率获利,这位投资经理为了在 6 年以后获得 900 万美元,现在必须投资 5 831 654 美元。计算如下:

$$\begin{aligned} FV &= 9\,000\,000 \\ i &= 0.075 \\ N &= 6 \\ PV &= 9\,000\,000 \left[\frac{1}{(1.075)^6} \right] \\ &= 9\,000\,000 \left[\frac{1}{1.543\,302} \right] \\ &= 9\,000\,000 (0.647\,961) \\ &= 5\,831\,654 \end{aligned}$$

表 3-3

(1 美元的现值)

年数	利率(折现率)																			
	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%	11%	12%	13%	14%	15%	16%	18%	20%		
1	0.990	0.980	0.970	0.961	0.952	0.943	0.934	0.925	0.917	0.909	0.900	0.892	0.885	0.877	0.869	0.862	0.847	0.833	3	
2	0.980	0.961	0.942	0.924	0.907	0.890	0.873	0.857	0.841	0.826	0.811	0.797	0.783	0.769	0.756	0.743	0.718	0.694	4	
3	0.970	0.942	0.915	0.889	0.863	0.839	0.816	0.793	0.772	0.751	0.731	0.711	0.693	0.675	0.667	0.640	0.608	0.578	7	
4	0.961	0.923	0.888	0.854	0.822	0.792	0.762	0.735	0.708	0.683	0.658	0.635	0.613	0.592	0.571	0.552	0.515	0.482	3	
5	0.951	0.905	0.862	0.821	0.783	0.747	0.713	0.680	0.649	0.620	0.593	0.567	0.542	0.519	0.497	0.476	0.437	0.401	9	
6	0.942	0.888	0.837	0.790	0.746	0.705	0.666	0.630	0.596	0.564	0.534	0.506	0.480	0.455	0.432	0.410	0.370	0.334	9	
7	0.932	0.870	0.813	0.759	0.710	0.665	0.622	0.583	0.547	0.513	0.481	0.452	0.425	0.399	0.375	0.353	0.313	0.279	1	
8	0.923	0.853	0.789	0.730	0.676	0.627	0.582	0.540	0.501	0.466	0.433	0.403	0.376	0.350	0.326	0.305	0.266	0.232	6	
9	0.914	0.836	0.766	0.702	0.644	0.591	0.543	0.500	0.460	0.424	0.390	0.360	0.332	0.307	0.284	0.263	0.225	0.193	8	
10	0.905	0.820	0.744	0.675	0.613	0.558	0.508	0.463	0.422	0.385	0.352	0.322	0.294	0.269	0.247	0.226	0.191	0.161	5	
11	0.896	0.804	0.722	0.649	0.584	0.526	0.475	0.428	0.387	0.350	0.317	0.287	0.260	0.236	0.214	0.195	0.161	0.134	6	
12	0.887	0.788	0.701	0.624	0.556	0.497	0.444	0.397	0.355	0.318	0.285	0.256	0.230	0.207	0.186	0.168	0.137	0.112	2	
13	0.878	0.773	0.681	0.600	0.530	0.468	0.415	0.367	0.326	0.289	0.257	0.229	0.204	0.182	0.162	0.145	0.116	0.093	5	
14	0.870	0.757	0.661	0.577	0.505	0.442	0.387	0.340	0.299	0.263	0.232	0.204	0.180	0.159	0.140	0.122	0.098	0.077	9	
15	0.861	0.743	0.641	0.555	0.481	0.417	0.362	0.315	0.274	0.239	0.209	0.182	0.163	0.141	0.122	0.106	0.093	0.070	8	
16	0.852	0.728	0.623	0.533	0.458	0.393	0.338	0.291	0.251	0.217	0.188	0.163	0.145	0.125	0.107	0.094	0.080	0.069	1	
17	0.844	0.714	0.605	0.513	0.436	0.371	0.316	0.270	0.231	0.197	0.169	0.145	0.130	0.110	0.094	0.080	0.069	0.050	6	
18	0.836	0.700	0.587	0.493	0.415	0.350	0.295	0.250	0.212	0.179	0.152	0.130	0.116	0.098	0.082	0.070	0.059	0.043	1	
19	0.827	0.686	0.570	0.474	0.395	0.330	0.276	0.231	0.194	0.163	0.137	0.116	0.103	0.086	0.072	0.061	0.051	0.036	5	
20	0.819	0.673	0.553	0.456	0.376	0.311	0.258	0.214	0.178	0.148	0.124	0.103	0.087	0.072	0.061	0.051	0.044	0.030	9	
21	0.811	0.659	0.537	0.438	0.358	0.294	0.241	0.198	0.163	0.135	0.111	0.092	0.076	0.063	0.053	0.044	0.034	0.026	2	
22	0.803	0.646	0.521	0.422	0.341	0.277	0.225	0.183	0.150	0.122	0.100	0.082	0.068	0.056	0.046	0.038	0.026	0.018	1	
23	0.795	0.634	0.506	0.405	0.325	0.261	0.210	0.170	0.137	0.111	0.090	0.073	0.060	0.049	0.040	0.032	0.022	0.015	1	
24	0.787	0.621	0.491	0.390	0.310	0.247	0.197	0.157	0.126	0.101	0.081	0.065	0.053	0.043	0.034	0.028	0.018	0.012	6	
25	0.779	0.609	0.477	0.375	0.295	0.233	0.184	0.146	0.116	0.092	0.073	0.058	0.047	0.037	0.030	0.024	0.016	0.010	5	
26	0.772	0.597	0.463	0.360	0.281	0.219	0.172	0.135	0.106	0.083	0.066	0.052	0.041	0.033	0.026	0.021	0.013	0.008	7	
27	0.764	0.585	0.450	0.346	0.267	0.207	0.160	0.125	0.097	0.076	0.059	0.046	0.036	0.029	0.023	0.018	0.011	0.007	3	
28	0.756	0.574	0.437	0.333	0.255	0.195	0.150	0.115	0.089	0.069	0.053	0.041	0.032	0.025	0.020	0.015	0.009	0.006	1	
29	0.749	0.563	0.424	0.320	0.242	0.184	0.140	0.107	0.082	0.063	0.048	0.037	0.028	0.022	0.017	0.013	0.008	0.005	1	
30	0.741	0.552	0.412	0.308	0.231	0.174	0.131	0.099	0.075	0.057	0.043	0.033	0.025	0.019	0.015	0.011	0.007	0.004	2	

例 6. 假定一位资金管理者有机会投资一个 4 年后兑付 800 000 美元的金融工具。该金融工具的价格是 572 000 美元。如果这位投资人要求 7.8% 的年利率，他应该做这项投资吗？

42 为了回答这个问题，他必须确定 4 年以后收到的 800 000 美元的现值。计算得出的现值是 592 400 美元：

$$\begin{aligned}FV &= 800\,000 \\i &= 0.078 \\N &= 4 \\PV &= 800\,000 \left[\frac{1}{(1.078)^4} \right] \\&= 800\,000 \left[\frac{1}{1.350\,439} \right] \\&= 800\,000 (0.740\,500) \\&= 592\,400\end{aligned}$$

因为该金融工具的价格仅为 572 000 美元，如果买入该工具并且 4 年之后能得到 800 000 美元，那么他将实现高于 7.8% 的年利率。

非整数期

如果收到或支付终值的时间不是整年，年数就应该做相应调整。例如，如果在 9 年零 3 个月后将收到 1 000 美元，按照 7% 的利率，计算出现值为：

$$\begin{aligned}FV &= 1\,000 \\i &= 0.07 \\N &= 9.25 \text{ 年 (3 个月相当于 0.25 年)} \\PV &= 1\,000 \left[\frac{1}{(1.07)^{9.25}} \right] \\&= 1\,000 \left[\frac{1}{1.869\,82} \right] \\&= 1\,000 (0.534\,81) \\&= 534.81\end{aligned}$$

终值系列的现值

43 在大多数投资管理和资产/负债管理中，金融工具往往可以提供一系列终值。为确定终值系列的现值，必须首先计算出每个终值的现值，然后将这些现值加到一起，便得到整个终值系列的现值。下面举例说明计算过程。

例 7. 一个投资者正在考虑购买一种将获得下列收益的金融工具：

从现在开始年限	发行人承诺支付的金额
1	100
2	100
3	100
4	100
5	1 100

这种金融工具售价为1 243.83美元，假如投资者对这项投资要求 6.25 % 的年利率，他应该进行这次投资吗？

为了回答这个问题，投资者必须首先计算未来收益的现值，如下所示：

从现在开始年限	未来收入额	按 6.25% 年利率计算的 1 美元现值	收入的现值
1	100	0.941 2	94.12
2	100	0.885 8	88.58
3	100	0.833 7	83.37
4	100	0.784 7	78.47
5	1 100	0.738 5	812.35
			现值总额 = 1 156.89

因为这项金融工具终值系列的现值低于1 243.83美元的价格，投资者赚到的年利率将低于 6.25 %。因此，这个金融工具没有吸引力。

普通年金的现值

计算普通年金现值的一个方法是计算出每一个未来价值的现值，然后把它们加总。此外，有一个公式能一步算出一笔普通年金的现值：

44

$$PV = A \left[\frac{1 - \frac{1}{(1+i)^N}}{i} \right]$$

式中：

A——年金金额（美元）。

方括号内是 N 期 1 美元普通年金的现值。表 3—4 提供了在既定利率下 N 期 1 美元普通年金的现值。用每年年金额乘以表 3—4 中所对应的数值，就可得到一笔普通年金的现值。下面的例子说明如何应用这个公式。

例 8. 一个投资者有机会购买一种在未来 20 年中每年年末支付 500 美元的金融工具。该金融工具现在的价格为 5 300 美元。这位投资者在这项投资上要求 5.5 % 的年利率。他是否应该购买这种金融工具？

表 3-4

N 期 1 美元普通年金的现值

年数	利率(折现率)														
	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%	11%	12%	13%	14%	15%
1	0.990 1	0.980 4	0.970 9	0.961 5	0.952 4	0.943 4	0.934 6	0.925 9	0.917 4	0.909 1	0.900 9	0.892 9	0.885 0	0.877 2	0.869 6
2	1.970 4	1.941 6	1.913 5	1.886 1	1.859 4	1.833 4	1.808 0	1.783 3	1.759 1	1.735 5	1.712 5	1.690 1	1.668 1	1.646 7	1.625 7
3	2.941 0	2.883 9	2.828 6	2.775 1	2.723 2	2.673 0	2.624 3	2.577 1	2.531 3	2.486 9	2.443 7	2.401 8	2.361 2	2.321 6	2.283 2
4	3.902 0	3.807 7	3.717 1	3.629 9	3.546 0	3.465 1	3.387 2	3.312 1	3.239 7	3.169 9	3.102 4	3.037 3	2.974 5	2.913 7	2.855 0
5	4.853 4	4.713 5	4.579 7	4.451 8	4.329 5	4.212 4	4.100 2	3.992 7	3.889 7	3.790 8	3.695 9	3.604 8	3.517 2	3.433 1	3.352 2
6	5.795 5	5.601 4	5.417 2	5.242 1	5.075 7	4.917 3	4.766 5	4.622 9	4.485 9	4.355 3	4.230 5	4.111 4	3.997 6	3.888 7	3.784 5
7	6.728 2	6.472 0	6.230 3	6.002 1	5.786 4	5.582 4	5.389 3	5.206 4	5.033 0	4.868 4	4.712 2	4.563 8	4.422 6	4.288 3	4.160 4
8	7.651 7	7.325 5	7.019 7	6.732 7	6.463 2	6.209 8	5.971 3	5.746 6	5.534 8	5.334 9	5.146 1	4.967 6	4.798 8	4.638 9	4.487 3
9	8.566 0	8.162 2	7.786 1	7.435 3	7.107 8	6.801 7	6.515 2	6.246 9	5.995 2	5.759 0	5.537 1	5.328 2	5.131 7	4.946 4	4.771 6
10	9.471 3	8.982 6	8.530 2	8.110 9	7.721 7	7.360 1	7.023 6	6.710 1	6.417 7	6.144 6	5.889 2	5.650 2	5.426 3	5.216 1	5.018 8
11	10.367 6	9.787 6	9.252 6	8.760 5	8.306 4	7.886 9	7.498 7	7.139 0	6.805 2	6.495 1	6.206 5	5.937 7	5.687 0	5.452 7	5.233 7
12	11.255 1	10.575 3	9.954 0	9.385 1	8.863 3	8.383 8	7.942 7	7.536 1	7.160 7	6.813 7	6.492 4	6.194 4	5.917 7	5.660 3	5.420 6
13	12.133 7	11.348 4	10.635 0	9.985 6	9.393 6	8.852 7	8.357 7	7.903 8	7.486 9	7.103 4	6.749 9	6.423 5	6.121 8	5.842 4	5.583 1
14	13.003 7	12.106 2	11.296 1	10.563 1	9.898 6	9.295 0	8.745 5	8.244 2	7.786 2	7.366 7	6.981 9	6.628 2	6.302 5	6.002 1	5.724 5
15	13.865 1	12.849 3	11.937 9	11.118 4	10.379 7	9.712 2	9.107 9	8.559 5	8.060 7	7.606 1	7.190 9	6.810 9	6.462 4	6.142 2	5.847 4
16	14.717 9	13.577 7	12.561 1	11.652 3	10.837 8	10.105 9	9.446 6	8.851 4	8.312 6	7.823 7	7.379 2	6.974 0	6.603 9	6.265 1	5.954 2
17	15.562 3	14.291 9	13.166 1	12.165 7	11.274 1	10.477 3	9.762 3	9.121 6	8.543 6	8.021 6	7.548 8	7.119 6	6.729 1	6.273 9	6.047 2
18	16.398 3	14.992 0	13.753 5	12.659 3	11.689 6	10.827 6	10.059 1	9.371 9	8.755 6	8.201 4	7.701 6	7.249 7	6.839 9	6.467 4	6.128 0
19	17.226 0	15.678 5	14.323 8	13.133 9	12.085 3	11.158 1	10.335 6	9.603 6	8.950 1	8.364 9	7.839 3	7.365 8	6.938 0	6.550 4	6.198 2
20	18.045 6	16.351 4	14.877 5	13.590 3	12.462 2	11.469 9	10.594 0	9.818 1	9.128 5	8.513 6	7.963 3	7.469 4	7.024 8	6.623 1	6.259 3
21	18.857 0	17.012 2	15.415 0	14.029 2	12.821 2	11.764 1	10.833 5	10.016 8	9.292 2	8.648 7	8.075 1	7.562 0	7.101 6	6.687 0	6.312 5
22	19.660 4	17.658 0	15.936 9	14.451 1	13.163 0	12.041 6	11.061 2	10.200 7	9.442 4	8.771 5	8.175 7	7.644 6	7.169 5	6.742 9	6.358 7
23	20.455 8	18.292 2	16.443 6	14.856 8	13.488 6	12.303 4	11.272 2	10.371 1	9.580 2	8.883 2	8.266 4	7.718 4	7.229 7	6.792 1	6.398 8
24	21.243 4	18.913 9	16.935 5	15.247 0	13.798 6	12.550 4	11.469 3	10.528 8	9.706 6	8.984 7	8.348 1	7.784 3	7.282 9	6.835 1	6.433 8
25	22.023 2	19.523 5	17.413 1	15.622 1	14.093 9	12.783 4	11.653 6	10.674 8	9.822 6	9.077 0	8.421 8	7.843 1	7.330 0	6.872 9	6.464 2
26	22.795 2	20.121 0	17.876 8	15.982 8	14.375 2	12.003 2	11.825 8	10.810 0	9.929 0	9.160 9	8.488 1	7.895 7	7.371 7	6.906 1	6.490 6
27	23.559 6	20.706 9	18.327 0	16.329 6	14.643 0	13.210 5	11.986 7	10.935 2	10.026 6	9.237 2	8.547 8	7.942 6	7.408 6	6.935 2	6.513 5
28	24.316 4	21.281 3	18.764 1	16.663 1	14.898 1	13.406 2	12.137 1	11.051 1	10.116 1	9.306 6	8.601 6	7.984 4	7.441 2	6.960 7	6.533 5
29	25.065 8	21.844 4	19.188 5	16.983 7	15.141 1	13.590 7	12.277 7	11.158 4	10.198 3	9.369 6	8.760 1	8.021 8	7.470 1	6.983 0	6.550 9
30	25.807 7	22.396 5	19.600 4	17.292 0	15.372 5	13.764 8	12.409 0	11.257 8	10.273 7	9.426 9	8.693 8	8.055 2	7.495 7	7.002 7	6.566 0

因为第一次支付将在1年以后收到,该金融工具提供20年期每年支付500美元的年金。这笔普通年金的现值为:

$$\begin{aligned}
 A &= 500 \\
 i &= 0.055 \\
 N &= 20 \\
 PV &= 500 \left[\frac{1 - \frac{1}{(1.055)^{20}}}{0.055} \right] \\
 &= 500 \left[\frac{1 - \frac{1}{2.917\ 757}}{0.055} \right] \\
 &= 500 \left[\frac{1 - 0.342\ 729}{0.055} \right] \\
 &= 500 (11.950\ 382) \\
 &= 5\ 975.19
 \end{aligned}$$

因为每年支付500美元的普通年金以5.5%利率折现之后的现值,超过了金融工具的价格(5300美元),这种金融工具可以提供大于5.5%的年利率,因此,对这位投资者是有吸引力的。

3.3 收益率 (内部报酬率)

46 投资的收益率是使投资所获得现金流的现值等于投资价格的利率。用数学公式表示,投资的收益率 y 是使得下面等式成立的利率:

$$P = \frac{C_1}{(1+y)^1} + \frac{C_2}{(1+y)^2} + \frac{C_3}{(1+y)^3} + \cdots + \frac{C_N}{(1+y)^N}$$

式中:

C_t ——第 t 年的现金流;

P ——价格;

N ——年数。

上面公式右边的每一项均为现金流的现值。用这个关系式计算出的收益率也称为内部报酬率 (internal rate of return)。

解出收益率 (y) 需要用试错法。计算收益率的目的是,找出使现金流的现值等于价格的利率。下面用两个例子说明如何计算收益率。

例9. 某种金融工具每年可以提供如下收入:

从现在开始年限	承诺的年金支付额 (投资人获得的现金流)
1	2 000
2	2 000
3	2 500
4	4 000

假定这种金融工具的价格是7 704美元，该金融工具的收益率或内部报酬率是多少？

为了计算收益率，我们必须尝试不同的利率，直到找到使得现金流的现值等于7 704美元（该金融工具的价格）的那一个利率。试着用10%的年利率可得出如下现值：

从现在开始年限	投资人获得的现金流	按10%的年利率计算的现金流现值
1	2 000	1 818
2	2 000	1 652
3	2 500	1 878
4	4 000	2 732
		现值总额=8 080

- 47 因为用10%的年利率计算出的现值超过了7 704美元的价格，所以，必须尝试更高的利率。如果采取14%的利率，则计算出的现值为7 348美元，如下所示：

从现在开始年限	投资人获得的现金流	按14%的年利率计算的现金流现值
1	2 000	1 754
2	2 000	1 538
3	2 500	1 688
4	4 000	2 368
		现值总额=7 348

年利率为14%时，现金流的现值低于该金融工具的价格。因此，必须尝试更低的利率。用12%的年利率可得如下结果：

从现在开始年限	投资人获得的现金流	按12%的年利率计算的现金流现值
1	2 000	1 786
2	2 000	1 594
3	2 500	1 780
4	4 000	2 544
		现值总额=7 704

年利率为12%时，现金流的现值等于该金融工具的价格。因此，收益率为12%。

尽管收益率公式是基于每年一次现金流的情况，该公式也能推广到每年多次现金流的情况。这时，公式可以调整为：

$$P = \frac{C_1}{(1+y)^1} + \frac{C_2}{(1+y)^2} + \frac{C_3}{(1+y)^3} + \cdots + \frac{C_n}{(1+y)^n}$$

式中：

C_t ——第 t 期的现金流；

n ——期数。

必须记住，现在算出的收益率是期间收益率。如果现金流是每半年一

次，收益率就是半年的收益率；若现金流每月一次，则收益率是月收益率。年收益率可以通过期间收益率乘以适当乘数（每年支付的频率）计算得出。我们在后面讨论年度收益率时，会进一步给出计算过程。

例10.一个投资者正在考虑购买一种每半年支付一次现金流的金融工具。现金流的情况是：

48

每6个月支付50美元，共支付10次。

10个6个月（5年）以后支付1 000美元。

假定该金融工具的价格是1 243.83美元，其收益率是多少？

用试错法计算收益率。下表摘要列出了其计算过程：

年利率(%)	半年利率(%)	10个每半年支付50美元的现值 ^a	未来第10个半年支付的1 000美元现值 ^b	总现值
6.000	3.000	426.51	744.09	1 160.60
5.500	2.750	432.00	762.40	1 194.40
5.000	2.500	437.50	781.20	1 218.80
4.500	2.250	443.31	800.51	1 243.83

a. 50乘以期限为10期的1美元普通年金现值。

b. 1 000乘以期限为10期的1美元现值。

从计算中可看出，当用2.250%的半年利率计算时，现值恰好等于1 243.83美元的价格。因此，2.250%是6个月的收益率。对6个月收益率加倍就得到4.5%的年利率。

仅有一个现金流的收益率计算

有一种特殊情况可以不必用费时的试错法确定收益率，这就是投资仅提供一次现金流的情况。这种收益率的计算公式是：

$$y = (\text{每1美元投资的终值})^{1/n} - 1$$

式中：

n ——直到收到现金流所经历的时间；

每1美元投资的终值 = $\frac{\text{投资所得现金流}}{\text{投资金额（或价格）}}$ 。

例11.一项投资20年以后可以得到84 957美元，价格是20 000美元。这项投资的收益率是7.50%；计算如下：

49

$$\text{每1美元投资的终值} = \frac{84\,957}{20\,000} = 4.247\,85$$

$$y = (4.247\,85)^{1/20} - 1 \\ = 1.074\,99 - 1$$

$$=0.749\ 99, \text{ 或 } 7.5\%$$

年度化收益率

我们可能会用一种十分简单的方法把不到一年的利率计算为年度利率(利率年度化),即用年支付频率乘以该利率;得出的利率叫做年利率(annual interest rate)。例如,如果知道半年收益率,我们可把它乘以2使之年度化。相反,如果我们知道年利率要确定半年利率,我们可把它除以2。

实际上这种对特定期间(周、月、季、半年等)收益率年度化的方法是不正确的。让我们看看为什么。假定用100美元以8%的年利率投资一年,年末得到利息8美元。再假定用100美元做同样投资,只是利息每半年按4%(年利率的一半)支付一次。第二种投资得到的年末终值是108.16美元。100美元的利息收入是8.16美元,利率或收益率因而是8.16%(8.16美元/100美元),8.16%叫做有效年收益率(effective annual yield)。

为将期间利率转化为有效年收益率,可以用下面的公式:

$$\text{有效年收益率} = (1 + \text{期间利率})^m - 1$$

式中, m ——年支付频率。

按照前面的例子,期间收益率是4%,支付频率是每年两次。因此,

$$\begin{aligned}\text{有效年收益率} &= (1.04)^2 - 1 \\ &= 1.081\ 6 - 1 \\ &= 0.081\ 6, \text{ 或 } 8.16\%\end{aligned}$$

如果利息是每季支付,那么期间利率是2%(8%/4),有效年收益率是8.24%,计算如下:

$$\begin{aligned}\text{有效年收益率} &= (1.02)^4 - 1 \\ &= 1.082\ 4 - 1 \\ &= 0.082\ 4, \text{ 或 } 8.24\%\end{aligned}$$

50 我们也可给定有效年收益率确定期间利率。例如,假定我们想知道多少季利率可得到12%的有效年收益率时,可用如下公式计算:

$$\text{期间利率} = (1 + \text{有效年收益率})^{1/m} - 1$$

用这个公式我们得到:

$$\begin{aligned}\text{期间利率} &= (1.12)^{1/4} - 1 \\ &= 1.028\ 7 - 1 \\ &= 0.028\ 7, \text{ 或 } 2.87\%\end{aligned}$$

3.4 小结

本章介绍了几个需要计算的基本概念——终值、现值和收益率（或内部报酬率）。在下一章中，我们将用这些概念来给固定收益证券定价，并衡量各种收益。

第 4 章

债券定价和收益率衡量

51 弗兰克·J·法博齐博士，注册金融分析师，注册会计师
耶鲁大学管理学院金融学兼职教授

本章将阐释固定收益证券的定价方法与收益率的衡量方法。本章的结构是：在现值概念的基础上阐释债券定价，然后进行收益率的衡量。为此，我们将首先介绍固定息票利率债券的常规收益率（到期收益率和可赎回债券的赎回收益率）以及浮动利率债券的常规收益率衡量方法，然后分析常规收益率衡量方法的不足，并介绍更好的收益率衡量方法——总收益率。

4.1 债券定价

任何一种金融工具的价格都等于预期现金流的现值。用于计算现值的利率（或折现率）取决于市场上可比证券的收益率。本章将说明怎样确定不可赎回债券的价格，可赎回债券的定价方法将在第 5 章谈及。

现金流量的确定

52

确定债券价格的第一步是确定它的现金流量。无选择权债券（即不可提前赎回和不可回售债券）的现金流由以下两者组成：（1）直到到期日为止的定期息票利息收入；（2）到期日得到的面值（或到期价值）收入。尽管支付利息的时间可以任意确定（每周、月、季、半年或年），但美国的普遍做法是每半年支付一次债券利息。在我们举的例子中，均假设息票利息每半年支付一次。为了简化分析，我们假设债券的下次利息支付距现在正好6个月。最后我们会介绍当下次利息支付少于6个月时的定价方法。

在实际操作中，即使我们忽略违约的可能性，确定债券的现金流量依然不是一件简单的事情。惟一可以确切知道现金流的是那种利率固定并且不附有选择权的债券。可赎回债券的现金流取决于发行人是否选择提前赎回债券，可回售债券的现金流则取决于持有者是否选择回售债券。在这两种情况下，选择权被行使的日期都不会提前知道，因此现金流是不确定的。至于抵押贷款支持证券和资产支持证券，其现金流取决于提前偿还。由于对未来提前偿还的金额和时间一无所知，所以，现金流也不确定。如果债券息票利率是浮动的而不是固定的，现金流则取决于参考利率的未来值。第5章将讨论处理现金流不确定性的技巧。本章则假定债券现金流确定且已知，并在此基础上讨论债券定价的基本要素。

无选择权债券的现金流由年金（即每6个月一次的固定息票利息支付）和面值（或到期价值）组成。例如，一只20年期、息票利率9%（每6个月4.5%）、面值（或到期价值）为1 000美元的债券，现金流如下：

$$\begin{aligned}\text{半年息票利息} &= 1\,000 \times 0.045 \\ &= 45\end{aligned}$$

$$\text{到期价值} = 1\,000$$

因此，一共有40次、每半年45美元的现金流入，加上从现在起40个6个月后的1 000美元的现金流入。

注意，面值不单纯是20年以后收到的一笔现金，它还是每半年一次利息收入的计算基础。

必要收益率的确定

投资者做债券投资时所要求的利率或折现率叫做必要收益率（required yield）。必要收益率根据市场可比债券的收益率确定。通过比较分析，我们可以取有同样信用等级和同样到期日的无选择权债券的收益率均值作为必要收益率。^[1]

必要收益率通常指年利率。当现金流是半年一次时，按惯例使用年利率的一半作为折现现金流的期间利率。如上一章末所述，年利率一半的期间利率将产生大于年利率的有效收益率。

到目前为止，我们介绍了用一个收益率计算所有现金流现值的做法，但理论上存在争议。一些观点认为，应该用不同的收益率折现不同时期的现金流，因为每一个现金流本质上如同一只零息票债券，一只息票债券也就如同一组零息票债券的集合。因此，对于每一个现金流来说，恰当的收益率应该基于一种理论利率，该理论利率是根据与现金流有相同期限的零息票债券利率确定的。但由本章目的所限，这一章我们仅使用一个收益率折现所有的现金流量。在第6章和第34章我们会重新探讨这个问题。

价格的确定

有了债券的现金流和必要收益率，我们就有了给债券定价的所有必要数据。债券的价格等于现金流量的现值，通过加总按半年支付的息票利息现值和面值（或到期价值）的现值，就可以得出债券价格。

因为按半年支付的利息相当于普通年金，利息和面值（或到期价值）的现值可通过下面的公式算出^[2]：

$$c \left[\frac{1 - \frac{1}{(1+i)^n}}{i} \right] + \frac{M}{(1+i)^n}$$

式中：

c ——半年息票支付额（美元）；

n ——支付期数（年数乘以2）；

i ——期间利率（必要收益率除以2）（小数形式）；

M ——到期价值。

例1. 如果必要收益率是12%，计算息票利率9%、20年期、面值1 000美元的债券价格。

这只债券的现金流是：（1）40次45美元的半年息票支付额；（2）40个6个月之后收到的1 000美元。半年或期间利率是6%。

40次45美元利息支付额的现值用6%利率折现为677.08美元，计算如下：

$$c = 45$$

$$n = 40$$

$$i = 0.06$$

$$45 \left[\frac{1 - \frac{1}{(1.06)^{40}}}{0.06} \right]$$

$$\begin{aligned}
&= 45 \left[\frac{1 - \frac{1}{10.28572}}{0.06} \right] \\
&= 45 \left[\frac{1 - 0.097222}{0.06} \right] \\
&= 45(15.04630) \\
&= 677.08
\end{aligned}$$

40个6个月之后的面值（或到期价值）的现值，以6%的利率折算为97.22美元，计算如下：

$$\begin{aligned}
M &= 1\,000 \\
n &= 40 \\
i &= 0.06 \\
1\,000 \left[\frac{1}{(1.06)^{40}} \right] &= 1\,000 \left[\frac{1}{10.28572} \right] \\
&= 1\,000(0.097222) \\
&= 97.22
\end{aligned}$$

债券价格等于这两个现值之和：

息票支付额现值	677.08
面值(到期价值)现值	97.22
价格	774.30

例2. 假设必要收益率是7%，计算例1中债券的价格。

如果现金流不变，期间利率现在是3.5%（7%/2）。

55 40次45美元的半年息票支付额现值，以3.5%利率折算为960.98美元，如下所示：

$$\begin{aligned}
c &= 45 \\
n &= 40 \\
i &= 0.035 \\
45 \left[\frac{1 - \frac{1}{(1.035)^{40}}}{0.035} \right] \\
&= 45 \left[\frac{1 - \frac{1}{3.95926}}{0.035} \right] \\
&= 45 \left[\frac{1 - 0.252572}{0.035} \right] \\
&= 45(21.35509) \\
&= 960.98
\end{aligned}$$

40个6个月之后1000美元的面值（或到期价值）的现值，以3.5%的利率折算为252.57美元，如下所示：

$$M = 1\,000$$

$$\begin{aligned}
n &= 40 \\
i &= 0.035 \\
1\,000 &\left[\frac{1}{(1.035)^{40}} \right] \\
&= 1\,000 \left[\frac{1}{3.959\,26} \right] \\
&= 1\,000(0.252\,572) \\
&= 252.57
\end{aligned}$$

债券价格等于这两个现值之和：

息票支付额现值	960.98
面值(到期价值)现值	<u>252.57</u>
价格	1 213.55

特定时点上必要收益率与价格的关系

56 无选择权债券的价格与必要收益率逆向变动，原因在于债券的价格是现金流量的现值。当必要收益率上升时，现金流现值减少，债券价格降低；反之，当必要收益率下降时，现金流现值增加，债券价格上升。

我们可通过对照例 1 和例 2 中的 20 年期、息票利率 9% 的债券看出这一点。当必要收益率是 12% 时，债券价格为 774.30 美元。若必要收益率为 7%，则债券价格变为 1 213.55 美元。表 4—1 显示了必要收益率为 5% ~ 14% 时 20 年期、息票利率为 9% 债券的价格变化。

表 4—1 20 年期、9% 息票利率债券的价格/收益率关系

必要收益率 (%)	债券价格 (美元)
5	1 502.05
6	1 346.72
7	1 213.55
8	1 098.96
9	1 000.00
10	914.21
11	839.54
12	774.30
13	717.09
14	666.71

如果把任一无选择权债券的价格/收益率关系用图表示出来, 我们可发现它是如图 4—1 所示的“弓”形, 这个形状称为凸形 (convex)。价格/收益率的凸性关系对债券的投资特征有重要含义。我们将在第 5 章详细讨论这种关系。

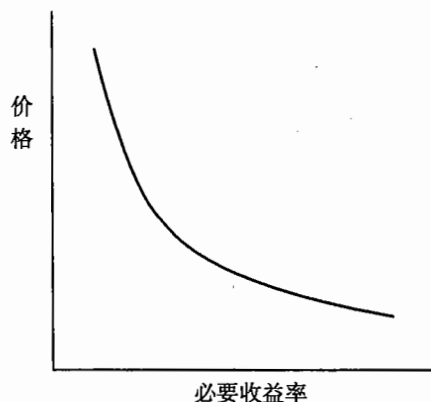


图 4—1 价格/收益率关系图

息票利率、必要收益率和价格的关系

对于特定时点的债券而言, 息票利率和到期期限是固定不变的。因此, 当市场收益率改变时, 投资者在新的必要收益率下得到的补偿只能来自债券价格的改变。如前面所述, 必要收益率上升 (下降), 价格降低 (上升)。

57 通常, 债券发行时的息票利率设在接近于市场一般收益率的水平。^[3]在这种情况下, 债券价格大约等于它的面值。在表 4—1 中, 我们看到当必要收益率等于息票利率时, 债券价格就是它的面值。于是我们得到如下性质:

息票利率等于必要收益率时, 价格等于面值。

价格等于面值时, 息票利率等于必要收益率。

在特定时点上, 当市场的必要收益率高于息票利率时, 债券的价格必须作出调整以使投资者能得到一些额外的利息。调整是通过债券价格降到面值以下实现的。面值和价格的差额是资本利得, 代表由于息票利率低于必要收益率而补偿给投资者的一种利息。债券以低于面值的价格出售称为折价 (discount) 出售, 表 4—1 中有相关例子。当必要收益率高于 9% 的息票利率时, 债券的价格总是低于面值。这样, 我们得到如下性质:

息票利率低于必要收益率时, 价格低于面值。

58 价格低于面值时, 息票利率低于必要收益率。

最后, 当市场上必要收益率低于息票利率时, 债券价格必然高于面值。因为以面值购买债券的投资者能得到超过市场水平的收益率。结果, 投资者对这种有吸引力的债券竞相购买, 抬高了债券的价格, 直到债券收益率等于

市场收益率为止。债券以高于面值的价格出售叫做溢价 (premium) 出售。表 4—1 显示了当必要收益率低于 9% 的息票利率时, 债券价格高于它的面值。于是我们得到如下性质:

息票利率高于必要收益率时, 价格高于面值。

价格高于面值时, 息票利率高于必要收益率。

债券价格的时间轨迹

如果从债券购买日开始到到期日为止的这段时间必要收益率不变, 债券价格会有怎样的变化? 对以面值出售的债券来说, 息票利率等于必要收益率。随着时间向到期日推移, 债券一直按面值出售。因此按面值出售的债券在时间向到期日推移的过程中, 价格始终维持在面值水平上。

溢价或折价出售的债券其价格不会保持不变。对所有的折价债券来说, 随着时间的推移, 如果必要收益率 (required yield) 不变, 价格将上升。表 4—2 显示了假设必要收益率保持在 12%、期限为 20 年、息票利率为 9% 的债券, 随时间向到期日推移的价格变化轨迹。就溢价出售的债券而言, 随着时间的推移, 债券价格将下降。表 4—2 也显示了 20 年期、息票利率 9%、以 7% 收益率出售的债券价格的时间轨迹。

表 4—2 20 年期、9% 息票利率的折价和溢价债券的时间轨迹

距到期日的剩余年数	折价债券 ^a 的价格(美元)	溢价债券 ^b 的价格(美元)
20	774.30	1 213.55
18	780.68	1 202.90
16	788.74	1 190.69
14	798.91	1 176.67
12	811.75	1 160.59
10	827.95	1 142.13
8	848.42	1 120.95
6	874.24	1 096.63
4	906.85	1 068.74
2	948.02	1 036.73
1	972.50	1 019.00
0	1 000.00	1 000.00

a. 以 12% 的收益率出售。

b. 以 7% 的收益率出售。

债券价格变化的原因

下列原因中的任何一个都会导致债券的价格变化：

- 利率水平的变动。例如，如果利率由于联邦政策而上升（下降），债券价格将降低（上升）。

59 ● 非面值出售的债券在必要收益率不变的情况下，随着时间向到期日推移，价格将发生变化。我们已经举例说明，如果收益率不变，随着时间的推移，折价债券的价格将上涨，溢价债券的价格将下降。

- 非国债必要收益率与国债利差的变动。如果国债利率不变，而与国债的利差改变（变小或变大），非国债价格将发生变化。

- 已察觉的发行人信用质量的变化。假设市场利率以及非国债和国债之间的利差不变，如果非国债已察觉的信用质量改善（恶化），其价格将上涨（降低）。

- 对于内含选择权的债券（如可赎回债券、可回售债券和可转换债券），债券价格会随影响内含选择权价值的因素变化而改变。

零息票债券定价

迄今为止，我们确定了付息债券的价格。但有些债券没有任何期间利息支付，投资人的利息收入是通过债券到期价值和购买价格之间的差额实现的。

60 零息票债券的定价与付息债券的定价并无不同：价格是预期现金流量的现值。但零息票债券仅有一个现金流，即到期价值。因此，零息票债券的价格就是到期价值的现值。一般计算价格时，用于折算到期价值的期数是到期年数的2倍。之所以这样做是因为要和付息债券到期价值的处理方法一致。

例3. 某零息票债券的期限是10年，到期价值1 000美元。如果必要收益率为8.6%，它的价格等于20期以后的1 000美元按4.3%利率折现所得的现值，即：

$$1\,000 \left[\frac{1}{(1.043)^{20}} \right] = 430.83$$

交割日处于付息日之间时的价格确定

在我们的例子中，我们假设下一次付息正好是6个月以后。这意味着交割发生在付息日。通常，投资者会在两个付息日之间购买债券，这使下一次利息支付距交割日的时间少于6个月。为计算债券价格，我们必须回答下列

三个问题：

- 到下一个付息日还有多少天？
- 应该怎样确定非整数期的现金流量现值？
- 购买者应该怎样补偿出售者在非整数期（上一个付息日后，下一个付息日前）赚得的利息？

第一个问题是天数计算的问题，第二个是复利计算的问题，第三个是怎样确定应计利息的问题。下面我们逐一讨论这些问题。

天数计算

市场习惯做法给出了第一个问题的答案，即到下一次支付利息为止的天数。这适用于所有类型的债券。

对附息国债来说，一年设定为 365 天，交割日和下一次付息日之间的天数就是两个日期之间的实际天数。习惯上称附息国债的天数计算规则为“实际/实际”，意思是用月的实际天数和计息周期的实际天数。假设有一个上次付息在 3 月 1 日的国债，下次付息就是 6 个月之后的 9 月 1 日。假定购买这只债券后的交割日是 7 月 17 日，7 月 17 日（交割日）和 9 月 1 日（下一次付息日）之间的实际天数是 46 天（计息周期内的实际天数是 184 天），如下所示：

7 月 17 日—7 月 31 日	14 天
8 月	31 天
9 月 1 日	<u>1 天</u>
	46 天

和附息国债的“实际/实际”天数计算规则相反，公司债券、市政债券和联邦机构证券的天数计算规则是“30/360”，即假设每月有 30 天，每年有 360 天。例如，假定我们前面例子中的证券不是附息国债而是附息公司债券、市政债券或联邦机构证券，则 7 月 17 日和 9 月 1 日之间的天数是：

7 月 17 日—7 月 31 日	13 天
8 月	30 天
9 月 1 日	<u>1 天</u>
	44 天

复利计算

一旦确定了交割日和下一个付息日之间的天数，接下来必须修改现值公式，因为现金流将在不到 6 个月（一个完整期间）之后收到。华尔街的计算规则如下：

1. 确定计息周期天数。
2. 计算如下比率：

$$w = \frac{\text{交割日到下一个付息日之间的天数}}{\text{计息周期天数}}$$

公司债券、市政债券和联邦机构证券的计息周期天数是 180 天，因为假

定一年有 360 天。付息国债的计息周期天数是实际的天数。计息周期天数也叫做基础天数 (the basis)。

3. 距到期日有 n 次利息支付的债券价格为:

$$p = \frac{c}{(1+i)^w} + \frac{c}{(1+i)^{1+w}} + \frac{c}{(1+i)^{2+w}} + \cdots + \frac{c}{(1+i)^{n-1+w}} + \frac{M}{(1+i)^{n-1+w}}$$

62 式中:

- p ——价格 (美元);
- c ——半年利息支付额 (美元);
- M ——到期价值;
- n ——剩余付息期数;
- i ——期间利率 (必要收益率除以 2) (小数形式)。

在公式中用来确定现值的期数 (指数) 通常表示成 $t-1+w$ 。例如, 第一个现金流的期数是 $1-1+w$, 简写为 w ; 第二个现金流的期数是 $2-1+w$, 简写为 $1+w$ 。如果债券有 20 个剩余付息期, 最后一期的期数是 $20-1+w$, 简写为 $19+w$ 。

例 4. 假定购买一只在 2000 年 7 月 17 日交割的公司债券, 息票利率 10%, 2006 年 3 月到期。如果收益率为 6.5%, 这只债券的价格是多少?

下次利息支付将发生在 2000 年 9 月 1 日。由于这只债券是公司债券, 基于 “30/360” 的天数计算规则, 交割日和下一个付息日之间有 44 天, 计息周期的天数是 180 天。因此,

$$w = \frac{44}{180} = 0.244\ 44$$

剩余付息期数 n 是 12, 半年利率是 3.25% ($6.5\%/2$)。

表 4—3 中给出了按照公式计算价格的全过程。按百元面值, 这只公司债券的价格应为 120.028 1 美元。以这种方式算出的价格叫做全价 (full price; dirty price), 它包含了卖方本应赚得却由买方收到的那部分利息。

表 4—3 在付息日之间购买的债券的价格计算

期数	每百元面值的 现金流(美元)	1 美元以 3.25% 折现的 现值(美元)	现金流的 现值(美元)
0.244 44	5.000	0.992 212	4.961 060
1.244 44	5.000	0.960 980	4.804 902
2.244 44	5.000	0.930 731	4.653 658
3.244 44	5.000	0.901 435	4.507 175
4.244 44	5.000	0.873 060	4.365 303
5.244 44	5.000	0.845 579	4.227 896

6.244 44	5.000	0.818 963	4.094 815
7.244 44	5.000	0.793 184	3.965 922
8.244 44	5.000	0.768 217	3.841 087
9.244 44	5.000	0.744 036	3.720 181
10.244 44	5.000	0.720 616	3.603 081
11.244 44	105.000	0.697 933	73.283 000
		总计	120.028 100 美元

应计利息和净价

买方必须补偿卖方在上一次付息日到交割日期间应该赚得的利息。这部分利息卖方无法从发行人那里得到，因为下一次付息时，发行人会将计息周期内的所有利息全部付给买方。卖方应该从买方手里拿到的这部分利息叫做应计利息（accrued interest），它的多少取决于上一次付息到交割日的天数。^[4]应计利息这样计算：

$$AI = c \frac{\text{上次付息日到交割日之间的天数}}{\text{计息周期天数}} \quad 63$$

式中：

AI——应计利息（美元）；

c——每半年利息支付额（美元）。

例 5. 我们继续使用例 4 中的公司债券。因为交割日（2000 年 7 月 17 日）和下一个付息日（2000 年 9 月 1 日）之间的天数是 44 天，计息期天数是 180 天，所以从上一付息日（2000 年 3 月 1 日）到交割日的天数是 136 天（180 - 44）。每百元面值应计利息为：

$$AI = 5 \times \frac{136}{180} = 3.777\ 778 \text{ (美元)} \quad 64$$

全价包括卖方有权收到的应计利息。例如，从表 4—3 的全价计算中可以看出，下一次的利息支付额 5 美元是现金流的一部分。净价（clean price, flat price）应该等于全价减去应计利息。

买方付给卖方的是全价。需要注意的是，在全价的计算中，下一次支付的利息是折现值，而在应计利息的计算中它是不经过折现的。由于市场的操作办法，如果债券以面值出售并且交割日不是付息日，债券的收益率将比息票利率稍微低一些。只有当交割日和付息日一致时，以面值出售的债券收益率才等于息票利率。

在美国市场上，按惯例，债券交易按照净价报价，买方付给卖方全价。在其他一些市场上，按全价报价。

4.2 常规的收益率衡量方法

在上一节中，我们说明了在给定必要收益率下怎样计算债券价格。本节我们介绍在既定债券价格下，如何计算各种收益率。让我们先了解一下持有债券都有哪些潜在的收益来源。

债券的投资者可以从下面的来源中获得货币（dollar）收入：

- 发行人支付的息票利息。
- 债券到期、被赎回或出售时的任何资本利得（或资本损失——负美元收益）。
- 利息的再投资收入。

最后一种收入称之为利息的利息（interest-on-interest）。

市场参与者衡量投资债券潜在收益时，最常用的是这三种指标——当前收益率、到期收益率和赎回收益率。这些收益指标表示为百分比收益而不是货币收益。不管怎样，评价任何收益时都应该考虑以上三种指标。下面我们讨论这三种收益率指标，并评价它们是否考虑了三种潜在的收益来源。

当前收益率

当前收益率是年息票利息收入与债券市场价格的比值。计算公式是：

$$\text{当前收益率} = \frac{\text{年息票利息收入}}{\text{价格}}$$

65 例6. 一只18年期、息票利率6%、以每千元面值700.89美元出售的债券的当前收益率是8.56%。计算如下所示：

$$\text{年息票利息收入} = 1\,000 \times 0.06 = 60 \text{ (美元)}$$

$$\text{当前收益率} = \frac{60}{700.89} = 0.0856, \text{ 或 } 8.56\%$$

当前收益率仅仅考虑了息票利息，没有考虑影响投资者收益的其他收益来源。比如在例6中，没有考虑债券到期时投资者将实现的资本利得。当前收益率也没考虑溢价出售的债券到期时带来的资本损失。另外，利息再投资所获的利息也被忽略了。

到期收益率

上一章我们介绍了怎样计算任何一种投资的收益率或内部报酬率。我们知道，收益率是使现金流现值等于价格（或初始投资）的利率。债券的到期

收益率的计算方法与收益率相同，其中现金流是投资者持有债券至到期而实现的那些现金收入。对半年付息的债券来说，将利率或折现率乘以 2 就得出到期收益率。

回忆上一章，我们知道收益率的计算涉及试错法。市场参与者通常使用计算器或计算软件获知债券的到期收益率。下面的例子展示了怎样计算债券的到期收益率。

例 7. 在例 6 中，我们计算了一只 18 年期、息票利率 6%、以每千元面值 700.89 美元出售的债券的当前收益率。债券的到期价值是 1 000 美元，到期收益率是 9.5%。如表 4—4 所示，这只债券的现金流是：

- 36 次每 6 个月支付 30 美元的利息支付额；
- 36 个 6 个月之后的 1 000 美元。

表 4—4 18 年期、6% 利率、以 700.89 美元出售的债券的到期收益率的计算

目标：通过试错法找出使得下列现金流的现值等于 700.89 美元的半年利率：
36 次每 6 个月支付 30 美元的利息支付额；
36 个 6 个月之后的 1 000 美元。

年利率 (%)	半年利率 (%)	36 个 30 美元的现值 ^a (美元)	1 000 美元的现值 ^b (美元)	总现金流的现值 (美元)
6.50	3.25	631.20	316.20	947.40
7.00	3.50	608.71	289.83	898.54
7.50	3.75	587.42	265.72	853.14
8.00	4.00	567.25	243.67	810.92
8.50	4.25	548.12	223.49	771.61
9.00	4.50	529.98	205.03	735.01
9.50	4.75	512.76	188.13	700.89

a. $30 \left[\frac{1 - \frac{1}{(1 + \text{半年利率})^{36}}}{\text{半年利率}} \right]$

b. $1\,000 \left[\frac{1}{(1 + \text{半年利率})^{36}} \right]$

我们需要尝试不同的利率，直到找到使现金流的现值等于 700.89 美元的那一个利率。因为债券的息票利率是 6% 并且折价出售，所以收益率必须大于 6%。表 4—4 显示了半年利率从 3.25% 至 4.75%（对应于年利率从 6.5% 至 9.5%）时，债券现金流现值的变化。可以看出，用 4.75% 的利率折现时，现金流量的现值是 700.89 美元。因此，到期收益率是 9.50%（4.75% × 2）。

到期收益率考虑了利息收入和投资者在持有债券至到期 (holding the bond to maturity) 的时间内实现的任何资本利得或损失, 考虑了现金流的时间安排, 顾及了利息的利息。然而, 它假设息票利息以等于到期收益率的利率再投资。于是, 如果债券的到期收益率是 9.5%, 为赚得这个收益率, 息票利息必须以 9.5% 的利率再投资。下面的例子清楚地说明了这一点。

假定一位投资者有 700.89 美元并把这笔资金投资于 18 年中每 6 个月以 4.75% 利率或每年以 9.5% 利率支付利息的存单。在第 18 年末, 700.89 美元的投资将增值为 3 726 美元。现在假定这位投资者投资的对象不是存单, 而是所有条件都相同的债券。这只债券的到期收益率是 9.5%, 投资者预期在第 18 年末从这笔投资中收到 3 726 美元。

67 让我们来看他将收到什么。投资期内将有 36 次每 6 个月支付 30 美元的利息收入, 总值 1 080 美元。债券到期时还会收到 1 000 美元。因此, 如果持有债券到期, 他收到的总金额将是 2 080 美元。但是这比半年收益率 4.75% (年收益率 9.5%) 时所收到的 3 726 美元还少 1 646 美元。这个缺口如何弥补? 如果这位投资者以 4.75% 的半年利率 (或 9.5% 的年利率) 将息票利息再投资, 不难算出利息再投资赚得的利息收入将是 1 646 美元。因此, 按 9.5% 收益率计算的 3 025 美元货币收益 ($3\,726 - 700.89$) 中, 大约 54% ($1\,646/3\,025$) 必须通过息票利息再投资获得。

显然, 这位投资者要实现购买时规定的到期收益率必须满足两个假设前提: (1) 息票利息能按照到期收益率再投资; (2) 持有债券至到期。就第一个假设而言, 投资者面对的是未来再投资利率低于购买时的到期收益率的风险, 这种风险称为再投资风险 (reinvestment risk)。如果不持有债券到期, 并且出售债券时的价格低于债券买入价格, 就会使报酬率小于到期收益率。在出售债券时, 由于利率上升遭受损失的风险就是利率风险 (interest rate risk)。

再投资风险

债券的两个特征决定了再投资风险的程度。第一, 给定到期收益率和息票利率, 债券期限越长, 要实现购买时的到期收益率, 债券的总货币收益中利息再投资收入的权重就越大, 再投资风险也越大。这表明, 长期债券的到期收益率对于持有债券到期的投资人来说, 不能有效地表达潜在收益率。在高利率的环境中, 长期债券的利息再投资收入可能占债券潜在总货币收益的 80%。

决定再投资风险程度的第二个特征是息票利率。在给定期限和到期收益率下, 息票利率越高, 为实现买入债券时的到期收益率, 债券的总货币收益越多地依赖于息票利息的再投资收入。这意味着, 如果期限和到期收益率不变, 溢价出售的债券将比平价出售的债券更多地依赖于利息的再投资收入。但零息票债券的总货币收益一点也不依赖于利息再投资收入。如果持有至到期, 零息票债券没有任何再投资风险。

利率风险

68

我们在上一节已经强调，债券的价格变化与利率变动的方向相反。利率上升（下降）时，债券的价格将下跌（上涨）。对计划持有债券至到期的投资者来说，到期日之前债券的价格变化是无关紧要的。但对到期日之前可能不得不出售债券的投资者来说，购买债券后利率的上升意味着资本损失。不是所有的债券都有相同的利率风险。下一章我们将讨论决定利率风险的债券特征。

通过以下假设的到期收益率，我们可以说明到期收益率在评价债券潜在收益方面作用有限。假定一位具有 5 年投资期限的投资者正在考察下面四种无选择权债券：

债券	息票利率 (%)	到期期限 (年)	到期收益率 (%)
W	5	3	9.0
X	6	20	8.6
Y	11	15	9.2
Z	8	5	8.0

假设所有的四种债券具有相同的信用质量，哪一种债券对这个投资者最具吸引力？如果因为到期收益率最高而选择债券 Y，投资者将会无法确认潜在收益率，因为债券 5 年之后必须出售，出售价格取决于当时市场上 10 年期 11% 息票利率债券的必要收益率。因此，可能存在某种资本利得或资本损失，使收益率高于或低于现在许诺的到期收益率。此外，债券 Y 的息票利率比其他三种债券更高，因而其收益更多地依赖于利息的再投资收入。

债券 W 提供次高的到期收益。表面上看它似乎特别有吸引力，因为债券 W 不存在债券 Y 的问题，即在债券到期之前必须出售可能带来的资本损失。另外，由于息票利率最低，再投资风险看起来也比其他三种债券小。但投资者依然不能排除再投资风险，因为他必须把到期时收到的所得款项再投资 2 年。在将 3 年后收到的本息做再投资时，投资者到底能实现多大的收益还取决于当时的利率。

69

哪一种债券是最佳的呢？看起来到期收益率无助于我们鉴别最好的债券。答案取决于投资者的预期，进一步说，依赖于直到投资期限结束之前，投资者对于利息再投资时的利率的预期。同样，对于到期日比投资期限长的债券，答案取决于投资者对投资期限结束时利率的预期。因此，基于不同的再投资利率和投资期限结束时的未来利率，任何一种债券都有可能成为最佳投资工具。在下一节，我们将介绍评估债券潜在收益的另一种标准。

零息票债券的到期收益

从第 3 章中我们了解到，当现金流只有一个时，计算投资收益率十分容易。零息票债券的特征就是投资成果表现为单一现金流。因此，用第 3 章中

介绍过的公式，我们可以计算出零息票债券的到期收益率：

$$y = (1 \text{ 美元投资的未来值})^{1/n} - 1$$

式中：

y ——到期收益率的二分之一；

1 美元投资的未来值 = $\frac{\text{到期价值}}{\text{价格}}$ 。

再重复一遍， y 乘以 2 就可得到到期收益率。记住，公式中的期数是年数的 2 倍。

例 8. 一只 15 年期零息票债券，到期价值为 1 000 美元，售价为 274.78 美元，计算得出到期收益率为 8.8%：

$$n = 15 \times 2 = 30$$

$$1 \text{ 美元投资的未来值} = \frac{1\,000.00}{274.78} = 3.639\,275$$

$$\begin{aligned} y &= (3.639\,275)^{1/30} - 1 \\ &= (3.639\,275)^{0.033\,333} - 1 \\ &= 1.044 - 1 \\ &= 0.044, \text{ 或 } 4.4\% \end{aligned}$$

4.4% 乘以 2 得出 8.8% 的到期收益率。

息票利率、当前收益率和到期收益率之间的关系

应该认识到在息票利率、当前收益率和到期收益率之间存在如下关系：

债券售价	关系
面值	息票利率 = 当前收益率 = 到期收益率
低于面值	息票利率 < 当前收益率 < 到期收益率
高于面值	息票利率 > 当前收益率 > 到期收益率

收益率年度化过程

我们在第 3 章结尾时指出，半年利率乘以 2 将得到一个低于有效年收益率的值。正确地将半年收益率年度化的方法可以用下面的公式表示：

$$\text{有效年收益率} = (1 + \text{期间利率})^k - 1$$

式中：

k ——每年付息次数。

对半年付息的债券来说，公式可修正为：

$$\text{有效年收益率} = (1 + \text{半年利率})^2 - 1$$

或

$$\text{有效年收益率} = (1 + y)^2 - 1$$

例如在例 7 中, 半年利率是 4.75%, 那么有效年收益率就是 9.73%, 计算如下:

$$\begin{aligned}\text{有效年收益率} &= (1.0475)^2 - 1 \\ &= 1.0973 - 1 \\ &= 0.0973, \text{或 } 9.73\%\end{aligned}$$

尽管上述公式给出了将半年利率年度化的适当方法, 然而市场上依然习惯把半年利率翻倍, 得出年利率。以这种方式——把半年利率翻倍——计算出的到期收益率是债券等值收益率 (bond-equivalent yield)。事实上, 在其他类型固定收益证券的收益率计算中也习惯用这种方法。

赎回收益率

对于可赎回债券, 投资者还需计算另一个收益率 (内部报酬率), 即赎回收益率 (yield-to-call)。用于计算赎回收益率的现金流来自债券在设定的赎回日被提前赎回所产生的金额。普遍使用的是两个赎回日, 即首次提前赎回日 (first call date) 和首次面值提前赎回日 (first par date)。赎回收益率是债券持有到设定赎回日时, 使债券现金流现值等于债券价格 (也就是全价) 的利率。

71 例 9. 在例 6 和例 7 中, 我们算出了 18 年期、息票利率 6%、售价 700.89 美元债券的当前收益率和到期收益率。假定这只债券在 5 年之后可以首次提前赎回, 赎回价是 1 030 美元, 如果该债券首次赎回日被赎回, 那么有如下现金流:

- 10 次每 6 个月 30 美元的利息支付额;
- 10 个 6 个月之后的 1 030 美元。

我们要计算的利率是使现金流现值等于 700.89 美元的利率。从表 4—5 可看出, 当利率为 7.6% 时, 现金流的现值是 700.11 美元, 已充分接近 700.89 美元的目标值。因此, 按债券等值收益率计算的赎回收益率为 15.2% (把 7.6% 的期间利率翻倍)。

72 投资于溢价出售的可赎回债券的稳健投资者, 习惯计算债券的赎回收益率和到期收益率, 然后从中挑选出较低者以衡量投资的潜在收益率。投资者用于评价债券收益率的往往是两个收益率中的最小者。一些投资者不仅计算首次提前赎回日和首次面值提前赎回日的收益率, 还计算所有可能赎回日的收益率。因为大多数债券可能在首次提前赎回日之后的任何时间被赎回, 所以, 人们还要计算首次提前赎回日后, 到每一个付息日的收益率, 然后将所有算出的赎回收益率与到期收益率进行比较, 最低者就是最差收益率 (yield-to-worst)。对于稳健型投资者来说, 最差收益率往往被看做合适的收益率。

表 4—5 18 年期、6% 利率、以 700.89 美元出售的债券在
第 5 年以 1 030 美元赎回的收益率计算

目标：通过试错法找出使得下列现金流的现值等于 700.89 美元的半年利率：
10 次每 6 个月支付 30 美元的利息支付额；
10 个 6 个月之后的 1 030 美元。

年利率 (%)	半年 利率 (%)	10 个 30 美元的 现值 ^a (美元)	1 030 美元的 现值 ^b (美元)	总现金流的 现值 (美元)
11.20	5.60	225.05	597.31	822.36
11.70	5.85	222.38	585.35	805.73
12.20	6.10	219.76	569.75	789.51
12.70	6.35	217.19	556.50	773.69
13.20	6.60	214.66	543.58	758.24
13.70	6.85	212.18	531.00	743.18
14.20	7.10	209.74	518.73	728.47
14.70	7.35	207.34	506.78	714.12
15.20	7.60	204.99	495.12	700.11

$$a. \quad 30 \left[\frac{1 - \frac{1}{(1 + \text{半年利率})^{10}}}{\text{半年利率}} \right]$$

$$b. \quad 1\,030 \left[\frac{1}{(1 + \text{半年利率})^{10}} \right]$$

现在，我们进一步考察用来衡量可赎回债券潜在收益率的赎回收益率。赎回收益率考虑到了拥有债券的所有三种潜在收益来源。然而，和到期收益率一样，赎回收益率假设所有的现金流能按照计算出的收益率——在这里是赎回收益率——再投资，直到设定的赎回日。在本章前面我们已提出这个假设可能不合适。此外，赎回收益率假设：(1) 投资者将持有债券到设定赎回日；(2) 发行人将在那个日期赎回债券。

赎回收益率的这些假设常常是不切实际的，它们没有考虑如果债券被提前赎回，投资者将如何把所得款项再投资。例如，考察 M 和 N 两只债券。假定 5 年期的不可赎回债券 M 的到期收益率是 10%，假设 3 年以后被提前赎回的债券 N 的赎回收益率是 10.5%。对一位有 5 年投资期限的投资者来说哪一只债券更好？答案不可能从它们的收益率中得出。如果投资者打算持有债券 5 年，而发行人打算 3 年以后赎回债券，5 年以后可得到的总金额将取决于从赎回日到投资期限结束这段时间内再投资的利率。

第 5 部分将对可赎回债券作进一步的分析。

投资组合的收益率（内部报酬率）

债券投资组合的收益率不是其中所有单个债券到期收益率的简单平均或加权平均。它是通过确定投资组合的现金流，然后找出使现金流的现值等于投资组合市场价值的利率计算出来的。^[5]和任何其他收益率一样，它也存在假设方面的问题。

73

例10.考察以下包含三种债券的投资组合^[6]：

债券	息票利率 (%)	到期期限 (年)	面 值 (美元)	价 格 (美元)	到期收益率 (%)
A	7.0	5	10 000 000	9 209 000	9.0
B	10.5	7	20 000 000	20 000 000	10.5
C	6.0	3	30 000 000	28 050 000	8.5

该投资组合的总市场价值是57 259 000美元。每一只债券和整个投资组合的现金流如下所示：

收到现金流的时期	债券 A (美元)	债券 B (美元)	债券 C (美元)	资产组合 (美元)
1	350 000	1 050 000	900 000	2 300 000
2	350 000	1 050 000	900 000	2 300 000
3	350 000	1 050 000	900 000	2 300 000
4	350 000	1 050 000	900 000	2 300 000
5	350 000	1 050 000	900 000	2 300 000
6	350 000	1 050 000	30 900 000	32 300 000
7	350 000	1 050 000	—	1 400 000
8	350 000	1 050 000	—	1 400 000
9	350 000	1 050 000	—	1 400 000
10	10 350 000	1 050 000	—	11 400 000
11	—	1 050 000	—	1 050 000
12	—	1 050 000	—	1 050 000
13	—	1 050 000	—	1 050 000
14	—	21 050 000	—	21 050 000

为了确定这个包含三种债券的投资组合的收益率（内部报酬率），必须

找出使得上表中最后一列所示现金流量的现值等于57 259 000美元（投资组合的市场总值）的利率。如果用4.77%的利率折算，可以使现金流现值等于57 259 000美元。4.77%翻倍得到9.54%，就是投资组合的债券等值收益率。

浮动利率证券的收益率衡量

74 浮动利率证券的利率随某些参考利率（例如 LIBOR）定期改变。^[7]由于不知道未来的参考利率，所以不可能确定现金流，也就不能计算到期收益率。

估计浮动利率证券潜在收益的习惯做法是估计证券的贴现差额（discounted margin）。贴现差额是指投资者预期证券存续期内的收益率与参考利率之间的平均利差或差额。计算贴现差额的步骤如下：

1. 确定在假定证券存续期内，参考利率不变情况下的现金流。
2. 挑选一个差额（利差）。
3. 用当前参考利率加上第2步选择的差额所得的利率对第1步确定的现金流进行贴现。
4. 把第3步算出的现金流现值与价格相比较。如果现值等于证券价格，贴现差额就是第2步假设的差额。如果现值不等于证券价格，回到第2步尝试不同的差额。

就平价出售的证券来说，贴现差额就是浮动息票利率对参考利率的利差。

例 11. 为说明计算过程，假定有一只6年期的浮动利率证券，售价99.309 8美元，利率等于某参考利率指数加80个基点，息票利率每6个月重设一次，假设当前参考利率是10%。表4—6展示了这只证券贴现差额的计算过程。表中第二列是参考利率（10%）。第三列列出了该证券的现金流。前11期的现金流等于参考利率当前值的一半（5%）加上40个基点的半年利差再乘以100。在第12个6个月，现金流量是5.4美元加上100美元的到期价值。最后五列的顶行给出了假设的贴现差额，贴现差额下面是每个现金流的现值，最下面一行是现金流的总现值。在这五个假设的贴现差额中，假设差额是96个基点时计算出的现值等于浮动利率证券的价格（99.309 8美元）。因此，半年的贴现差额是48个基点，1年的贴现差额是96个基点。（注意当证券平价出售时，贴现差额为80个基点，与参考利率的利差相同。）

75 用贴现差额衡量浮动利率证券的潜在收益率存在两个缺陷。首先，这个指标假设参考利率在证券存续期内不变；其次，没有考虑浮动利率证券有浮动上限或下限的情况。我们将在第34章中讨论利率变动的上下限以及处理技术。

表 4—6

计算浮动利率证券的贴现差额

浮动利率证券： 期限为 6 年
 息票利率 = 参考利率 + 80 个基点
 每 6 个月重设

			在假定的年收益率利差下的现金流现值(基点):				
时期	参考利率(%)	现金流 ^a	80	84	88	96	100
1	10	5.4	5.123 3	5.122 4	5.121 4	5.119 5	5.118 5
2	10	5.4	4.860 9	4.859 0	4.857 2	4.853 5	4.851 6
3	10	5.4	4.611 8	4.609 2	4.606 6	4.601 3	4.598 7
4	10	5.4	4.375 5	4.372 2	4.368 9	4.362 3	4.359 0
5	10	5.4	4.151 4	4.147 4	4.143 5	4.135 6	4.131 7
6	10	5.4	3.938 7	3.934 2	3.929 7	3.920 8	3.916 3
7	10	5.4	3.736 9	3.731 9	3.727 0	3.717 1	3.712 2
8	10	5.4	3.545 4	3.540 1	3.534 7	3.524 0	3.518 6
9	10	5.4	3.363 8	3.358 0	3.352 3	3.340 9	3.335 2
10	10	5.4	3.191 4	3.185 4	3.179 4	3.167 3	3.161 3
11	10	5.4	3.027 9	3.021 6	3.015 3	3.002 8	2.996 5
12	10	105.4	56.072 9	55.945 4	55.818 2	55.564 7	55.438 5
现值:			100.000 0	99.826 9	99.654 1	99.309 8	99.138 1

a. 第 1~11 期: 现金流 = 100(参考利率 + 假定差额)(0.5)

第 12 期: 现金流 = 100(参考利率 + 假定差额)(0.5) + 100

4.3 总收益率分析

如果常规收益率指标,如到期收益率和赎回收益率不足以有效地揭示债券的潜在收益率,还有哪些更好的指标呢?适当的指标应该考虑到投资期限内所有三种潜在货币收益的来源。这需要投资者首先设定整个投资期限的未来总货币收入,收益率则是使债券价格(全价)能够在投资期结束时增值到设定的未来收入总额的利率。以这种方法算出的收益率就是总收益率(total return),也称投资期收益率(horizon return)。在这一节,我们将介绍这个方法,并示范如何用它来评估债券投资的潜在收益率。

总收益率的计算

76

计算总收益率需要投资者指定：

- 投资期限；
- 再投资利率；
- 投资期结束时的债券售价（取决于投资期结束时，出售债券的假设收益率）。

形式上，计算一定投资期内的总收益率有以下步骤：

步骤 1：计算利息收入总额以及按假设再投资利率取得的再投资利息。再投资利率是投资者确信利息再投资所能赚取的年利率的一半。

总息票利息收入及利息再投资收入能用年金终值公式（前一章已给出）算出：

$$\text{息票利息加再投资利息} = \text{半年息票利息} \left[\frac{(1+r)^h - 1}{r} \right]$$

式中：

h ——投资期长度（以半年为单位）；

r ——设定的半年再投资利率。

步骤 2：确定投资期末的预期售价。预期售价取决于投资期末可比债券的预期收益率。

步骤 3：把步骤 1 和步骤 2 的得数相加，即可得到在给定假设再投资利率和投资期末预期必要收益率下的未来总货币收入（total future dollar）。

步骤 4：用下面的公式计算半年总收益率^[8]：

$$\left(\frac{\text{未来总货币收入}}{\text{债券买入价}} \right)^{1/h} - 1$$

步骤 5：因为假设息票利息半年支付一次，把步骤 4 得到的利率乘以 2，即可得到债券等值基础上的总收益率。另外，总收益率也可以用有效年度收益率表示，需要使用下面的计算公式：

77

$$(1 + \text{半年总收益率})^2 - 1$$

例 12. 假定一位有 3 年投资期的投资者正在考虑购买一只 20 年期、息票利率 8%、价格 828.40 美元的债券。债券的到期收益率是 10%。投资者预期他能以 6% 的年利率把息票利息再投资，并预计在投资期末，17 年期的债券将以 7% 的到期收益率价格出售。表 4—7 显示了这只债券的总收益率的计算过程。

一些投资组合经理拒绝使用总收益率分析方法的理由是，它需要他们对再投资利率和未来收益率作出假设，并且必须思考投资期限方面的问题。不幸的是，一些投资经理觉得使用无意义的收益率指标——如到期收益率——更舒服，因为它不需要加入任何预期。正如下面解释的，总收益率分析框架

使投资经理能够分析债券收益率在不同利率情景下——包括再投资利率和未来市场收益率——的情况。通过研究多种情景，投资经理能够看到债券收益变化对每一个情景的敏感性程度。在这个分析框架中，不用假设再投资利率在整个投资期限内固定不变。

表 4—7

总收益率计算例示

假定：

债券为息票利率 8%、20 年期、以 828.40 美元出售的债券（到期收益是 10%）；

年再投资利率为 6%；

投资期限为 3 年；

在投资期限末，17 年期债券的收益率为 7%。

第一步：计算利息收入总额以及按假设的年 6%（或 6 个月 3%）的再投资利率取得的再投资利息。利息收入为 3 年或 6 期（投资期限）内每 6 个月 40 美元。这样利息收入总额与再投资利息之和为：

$$\text{息票利息} + \text{再投资利息} = 40 \left[\frac{(1.03)^6 - 1}{0.03} \right] = 258.74 \text{ (美元)}$$

第二步：假设在投资期末，17 年期债券的必要到期收益率为 7%，通过计算 34 期 40 美元的利息额及 1 000 美元面值以 3.5% 折现的现值之和，得出那时该债券预计销售价格将为 1 098.51 美元。

第三步：以上两步得数相加得到 1 357.25 美元的未来总货币收入。

第四步：计算半年总收益率：

$$\begin{aligned} & \left(\frac{1\,357.25}{828.40} \right)^{1/6} - 1 \\ &= (1.638\,40)^{0.166\,67} - 1 \\ &= 1.085\,8 - 1 \\ &= 0.085\,8, \text{ 或 } 8.58\% \end{aligned}$$

第五步：8.58% 乘以 2 可得出债券等值基础上的 17.16% 的年总收益率。有效年度总收益率为

$$\begin{aligned} & (1.085\,8)^2 - 1 \\ &= 1.179\,0 - 1 \\ &= 0.179\,0 \\ &= 17.90\% \end{aligned}$$

对于那些需要对短期再投资利率和投资期末债券收益率进行预期的投资经理来说，可以从收益率曲线中算出隐含远期利率，计算的理论基础是套利理论。用隐含远期利率算出的总收益率叫做无套利总收益率（arbitrage free

total return)。第6章将具体介绍隐含远期利率。

情景分析

由于总收益率取决于再投资利率和投资期末的收益率,所以,投资组合经理需要为这两个变量设定更多的情景以评价投资组合收益率。这种分析方法叫做情景分析法(scenario analysis)。

例 13. 假定一位投资组合经理正在考虑购买 20 年期、息票利率 9%、以每百元面值 109.896 美元出售的不可赎回债券 A。债券的到期收益率是 8%。同时假设该投资组合经理的投资期限是 3 年,他估计再投资利率的变动范围是 3%~6.5%,投资期末的收益率可能在 5%~12%之间。

表 4—8 的上半部分列示了在不同情景下第 3 年末的未来总货币收入,下半部分列出了总收益率(基于 6 个月总收益率的有效年度收益率)。这位投资经理知道,在这些情景下的最大和最小总收益率将分别为 16.72% 和 -1.05%,以及每一个总收益率将在什么样的情景中实现。如果投资组合经理面对 3 年期、利率 6% 的有担保债务,那么就应该重点考虑提供少于 6% 的总收益率的情景。这些情景能从表 4—8 中查到。

79

表 4—8 债券 A 的情景分析

债券 A:	息票利率 9%、20 年期的不可赎回债券							
价格:	109.896 美元							
到期收益率:	8.00%							
投资期限:	3 年							
	投资期末的收益率							
	5.00%	6.00%	7.00%	8.00%	9.00%	10.00%	11.00%	12.00%
	投资期末的价格							
	145.448	131.698	119.701	109.206	100.000	91.903 5	84.763	78.447 8
再投资	未来总货币收入							
利率(%)	5.00%	6.00%	7.00%	8.00%	9.00%	10.00%	11.00%	12.00%
3.0	173.481	159.731	147.734	137.239	128.033	119.937	112.796	106.481
3.5	173.657	159.907	147.910	137.415	128.209	120.113	112.972	106.657
4.0	173.834	160.084	148.087	137.592	128.387	120.290	113.150	106.834
4.5	174.013	160.263	148.266	137.771	128.565	120.469	113.328	107.013
5.0	174.192	160.443	148.445	137.950	128.745	120.648	113.508	107.193
5.5	174.373	160.623	148.626	138.131	128.926	120.829	113.689	107.374
6.0	174.555	160.806	148.809	138.313	129.108	121.011	113.871	107.556
6.5	174.739	160.989	148.992	138.497	129.291	121.195	114.054	107.739

再投资 利率(%)	(有效)总收益率							
	5.00%	6.00%	7.00%	8.00%	9.00%	10.00%	11.00%	12.00%
3.0	16.44	13.28	10.37	7.69	5.22	2.96	0.87	-1.05
3.5	16.48	13.32	10.41	7.73	5.27	3.01	0.92	-0.99
4.0	16.52	13.36	10.45	7.78	5.32	3.06	0.98	-0.94
4.5	15.56	13.40	10.50	7.83	5.37	3.11	1.03	-0.88
5.0	16.60	13.44	10.54	7.87	5.42	3.16	1.08	-0.83
5.5	16.64	13.49	10.59	7.92	5.47	3.21	1.14	-0.77
6.0	16.68	13.53	10.63	7.97	5.52	3.26	1.19	-0.72
6.5	16.72	13.57	10.68	8.02	5.57	3.32	1.25	-0.66

例 14. 假定同一位投资经理持有 14 年期、息票利率 7.25%、当前价格为每百元面值 94.553 美元的不可赎回债券 B。到期收益率是 7.9%。表 4—9 显示了在与表 4—8 相同的情景之下, 投资期限为 3 年的未来总货币收入和总收益率。打算将债券 B 和债券 A 互换的投资经理可比较表 4—8 和表 4—9 中列出的两只债券的相关收益率。表 4—10 显示了两只债券以基点表示的收益差异。这种比较分析假设两只债券具有相同的信用等级, 并对用债券 B 置换债券 A 时涉及的财务会计和税收费用忽略不计。

80

表 4—9

债券 B 的情景分析

债券 B: 息票利率 7.25%、14 年期的不可赎回债券
 价格: 94.553 美元
 到期收益率: 7.90%
 投资期限: 3 年

再投资 利率(%)	投资期末的收益率							
	5.00%	6.00%	7.00%	8.00%	9.00%	10.00%	11.00%	12.00%
再投资 利率(%)	投资期末的价格							
	118.861	109.961	101.896	94.580 8	87.938 6	81.900 9	76.406 6	71.401 2
再投资 利率(%)	未来总货币收入							
	5.00%	6.00%	7.00%	8.00%	9.00%	10.00%	11.00%	12.00%
3.0	141.443	132.543	124.478	117.163	110.521	104.483	98.989	93.983
3.5	141.585	132.685	124.620	117.448	110.663	104.625	99.131	94.125
4.0	141.728	132.828	124.763	117.448	110.806	104.768	99.273	94.268
4.5	141.872	132.971	124.907	117.592	110.949	104.912	99.417	94.412
5.0	142.017	133.116	125.051	117.736	111.094	105.056	99.562	94.557
5.5	142.162	133.262	125.197	117.882	111.240	105.202	99.708	94.703

6.0	142.309	133.409	125.344	118.029	111.387	105.349	99.855	94.849
6.5	142.457	133.556	125.492	118.176	111.534	105.497	100.002	94.997
再投资 (有效)总收益率								
利率(%)	5.00%	6.00%	7.00%	8.00%	9.00%	10.00%	11.00%	12.00%
3.0	14.37	11.92	9.60	7.41	5.34	3.38	1.54	-0.20
3.5	14.41	11.96	9.64	7.45	5.38	3.43	1.59	-0.15
4.0	14.44	12.00	9.68	7.50	5.43	3.48	1.64	-0.10
4.5	14.48	12.40	9.72	7.54	5.48	3.53	1.69	-0.05
5.0	14.52	12.08	9.77	7.58	5.52	3.57	1.74	0.00
5.5	14.56	12.12	9.81	7.63	5.57	3.62	1.79	0.05
6.0	14.60	12.16	9.85	7.67	5.61	3.67	1.84	0.10
6.5	14.64	12.20	9.90	7.72	5.66	3.72	1.89	0.16

81

表 4—10 情景分析所揭示的债券 A 和债券 B 的总收益差异

债券 A 的总收益率与债券 B 的总收益率之差(基点)								
再投资利率(%)	5.00%	6.00%	7.00%	8.00%	9.00%	10.00%	11.00%	12.00%
3.0	207	136	77	28	-12	-43	-67	-85
3.5	207	136	77	28	-11	-42	-66	-84
4.0	207	136	77	28	-11	-42	-66	-84
4.5	207	136	77	29	-11	-42	-66	-83
5.0	207	137	78	29	-10	-41	-65	-83
5.5	208	137	78	29	-10	-41	-65	-82
6.0	208	137	78	30	-10	-41	-64	-82
6.5	208	137	78	30	-9	-40	-64	-81

债券互换潜在收益的评价

投资组合经理常常把投资组合中现存的某种债券调换成另一种债券。债券互换可分为纯收益互换、替代互换、市场间利差互换或利率预期互换。总收益分析能用于评估通过互换而得到的潜在收益。

● **纯收益率互换** (pure yield pickup swap): 将一种债券转换为另一种有较高收益率的债券, 叫做纯收益互换。进行这种互换不是为了获得较高的当

前息票收入，就是为了得到较高的到期收益率，或二者兼顾。这种互换并不涉及对利率、收益率利差或信用质量变化的预期。

● **利率预期互换** (rate anticipation swap): 一位对未来利率方向有某种预期的投资组合经理，会利用债券互换重构投资组合，以从预期的利率变动中获利。这种做法被称之为利率预期互换。例如，如果预计利率将下降，可用有较大价格波动性的债券，换掉投资组合中现存的价格波动性较小的债券（一旦利率真的下降，由此导致的价格剧烈变动就可以使经理人获利）。如果预期利率上升，则作反方向的互换。

● **市场间利差互换** (intermarket spread swap): 当投资经理确信市场上两只债券之间的当前收益率利差超出它们历史上的收益率利差，并且到投资期末会重新调整时，便会进行互换。债券之间存在收益率利差的原因是：(1) 债券的信用质量存在差异（例如，有相同到期日的国债与 AA 级的公共事业债券之间）；(2) 公司债券对投资者产生吸引力的特征方面有所不同（例如，可赎回债券和不可赎回债券，可回售债券和不可回售债券）。

82 ● **替代互换** (substitution swap): 在替代互换中，投资经理会把一种债券调换为另一种被认为在息票利率、到期日、对利率变动的价格敏感性和信用质量这些方面相同，但可以提供更高收益率的债券。这种互换依赖于资本市场的不完善。短暂的市场不均衡会使债券市场出现这种互换机会。投资经理在替代互换时面临的风险是购买的债券可能不与被交换的债券同质。例如，如果信用质量不相同，购买的债券提供更高收益率的原因是存在更高的信用风险而不是市场不均衡。

市政债券和公司债券收益率的比较

比较一种免税市政债券和一种赋税公司债券相对收益率的常规方法，是计算赋税等值收益率 (taxable equivalent yield)。赋税等值收益率是能够使赋税债券收益率与免税市政债券收益率相同的收益率。公式是：

$$\text{赋税等值收益率} = \frac{\text{免税收益率}}{1 - \text{边际税率}}$$

例如，假定一位处在 39.6% 的边际税率的投资者正在考虑投资一只 10 年期的市政债券，它的到期收益率为 4.5%。赋税等值收益率是：

$$\frac{4.5\%}{1 - 0.396} = 7.45\%$$

如果一只具有可比品质、10 年到期的公司债券提供的到期收益率大于 7.45%，用这个收益率方法的人就可以知道应该购买公司债券。相反，如果可比公司债券提供的到期收益率低于 7.45%，投资者应该投资于市政债券。

但是这个方法有什么不当之处？市政债券的免税收益率和赋税等值收益率都有与到期收益率一样的局限性。另外，公司债券和市政债券之间存在再投资机会的差异。前者的息票利息需要缴税，因此，再投资的金额不是全部

的息票利息收入而是税后净所得。与之相比，市政债券的息票利息免税，可以全部用于再投资。

83 总收益率的分析框架就可以避免赋税等值收益率的问题，因为这种分析方法可让我们精细考虑再投资机会。总收益率方法跟赋税等值收益率方法相比的另一个优点是，税率的变化（投资者预期的税率改变或税收结构改变）能被考虑进去。

4.4 小结

这一章描述了债券的定价和各种收益率指标。债券的价格等于预期现金流的现值。对有内含选择权的债券来说，现金流量难以估计。用于折现现金流的必要收益率取决于可比证券的收益率。

本章论述了债券市场上两个最通行的收益率衡量标准：到期收益率和赎回收益率。它们都考虑了息票利息收入和到期日或赎回日的任何资本利得（或损失）。然而，息票利息收入和资本利得（或损失）仅是持有债券直到到期或被赎回所能获得的三种潜在货币收益中的两种，另一种是息票利息的再投资收入，一般称之为利息的利息。这种潜在收入能占到债券总货币收益的80%。到期收益率假设息票利息收入能按照算出的到期收益率再投资，赎回收益率假设息票利息收入能以算出的赎回收益率再投资。

衡量在预定投资期内持有债券的潜在收益率的更好指标是总收益率。这个指标全面考虑了所有三种潜在货币收益的来源，并且能被用来分析债券互换。

【注释】

[1] 在第5章中，我们将介绍一种叫做久期（duration）的利率风险衡量指标。届时，我们会用相同久期替换相同到期日，作为比较指标。

[2] 这个公式和前一章中的 n 期普通年金的现值公式相同。不同的是，我们用半年息票支付额 c 替换了代表年金的 A 。

[3] 初始折价发行债券，如零息票债券，是例外。

[4] 不是所有的债券都计算应计利息。违约的债券或收入债券不计算应计利息。不带应计利息的债券交易叫做除息交易。

[5] 下一章将讨论久期的概念。用久期作为权数对投资组合中单个债券的到期收益率做加权平均，可以得到比较好的收益率近似值。

[6] 为简化计算，假设每只债券的付息日都相同。

[7] 浮动利率证券将在第14章中讨论。

[8] 这个公式和第3章中计算仅有一个现金流时的投资收益率，以及本章计算零息票债券收益率使用的公式是相同的。

第 5 章 利率风险衡量*

85 弗兰克·J·法博齐博士，注册金融分析师，注册会计师
耶鲁大学管理学院金融学兼职教授

小杰拉尔德·W·比托 (Gerald W. Buetow, Jr.) 博士，注册金融分析师
BFRC Services 公司总裁

罗伯特·R·约翰逊 (Robert R. Johnson) 博士，注册金融分析师
投资管理研究协会高级副会长

债券价值的变化与利率的变化是反方向的。如果利率上升，债券多头的价值将减少，造成损失。对债券空头来说，利率的下降将带来损失。然而，投资人绝不满足于仅仅知道何时头寸将遭受损失，他们还要了解更多的东西。为控制利率风险，投资者必须能够量化风险将造成的后果。

衡量利率风险的关键是对利率反向变动后头寸的价值作精确估计。估价模型就是用来做这件事的。如果没有可信赖的估价模型，就没有办法准确衡

* 这一章中的部分内容摘自以下章节：Frank J. Fabozzi, *Duration, Convexity, and Other Bond Risk Measures* (New Hope, PA: Frank J. Fabozzi Associates, 1999) and from Gerald W. Buetow and Robert R. Johnson, "A Primer on Effective Duration and Convexity," in Frank J. Fabozzi (ed.), *Professional Perspectives on Fixed Income Portfolio Management: Volume 1* (New Hope, PA: Frank J. Fabozzi Associates, 2000)。

量利率风险暴露程度。

86 有两种衡量利率风险的方法——完全估价法（full valuation approach）和久期/凸性方法（duration/convexity approach）。我们先从完全估价法开始，然后介绍久期/凸性方法。关于久期/凸性方法的背景知识方面，我们将讨论无选择权债券和内含选择权债券的价格波动性特征。然后着眼于如何用久期衡量利率风险，并讨论各种久期（有效久期、修正久期和麦考利久期）之间的区别。我们还将阐述如何用一种称为“凸性”的衡量办法来改进久期在评价债券价格波动性上的不足。接下来，我们将阐述久期和投资者使用的其他价格波动性衡量指标之间的关系，以及基点价格（或“01”的货币价值）。在最后一节，还将讨论引入收益率波动性对于估计利率风险暴露程度的重要性。

5.1 完全估价法

在测算债券头寸或投资组合对利率风险暴露的程度时，最容易想到的方法是对利率改变后的资产或头寸价值作重新评估。这种评估要在假设的利率变动情景下进行。例如，一个投资者可能希望衡量利率瞬时改变 50 个基点、100 个基点和 200 个基点时的利率风险暴露程度。假定利率变动情景，然后重新评价债券或债券组合价值的方法称为完全估价法。因为涉及利率多种变动情景下的风险暴露程度评价，完全估价法有时也称为情景分析法。

为说明这个方法，假定一位投资者有面值总额 1 000 万美元、息票利率 9%、20 年期的债券头寸。该债券是无选择权债券，按百元面值标示的市场价格为 134.672 2 美元，对应 6% 的收益率（即到期收益率）。这笔头寸的总市值为 13 467 220 美元（ $134.672\ 2\% \times 1\ 000\ 万\ 美元$ ）。既然持有债券，这位投资者很自然要关注收益率是否有导致头寸价值降低的上升趋势。为评价市场收益率上升时的风险暴露程度，投资人决定考察当收益率按照下面三种情景做瞬时改变时，债券的价值将怎样变化：（1）上升 50 个基点；（2）上升 100 个基点；（3）上升 200 个基点。这意味着这位投资者需要估计这只债券的收益率从 6% 增加到 6.5%、7%、8% 时，头寸价值的变化。因为无选择权，价值评价相对简单。我们假设，用一个收益率折现所有的现金流，也就是假设收益率曲线是水平的。按这只债券的每百美元面值价格，1 000 万美元面值头寸的市场价值如表 5—1 所示。表 5—1 同时也给出了市场价值的变动百分比。

87

表 5—1 用完全估价法评估一笔债券头寸在三种情景下的利率风险

当前债券头寸：息票利率 9%，20 年期的无选择权债券
价格：134.672 2.
到期收益率：6%
面值总额：1 000 万
头寸市值：13 467 220.00

情景	收益率改变(基点)	新收益率(%)	新价格	新市值(美元)	市值变动百分比(%)
1	50	6.5	127.760 6	12 776 060	- 5.13

2	100	7.0	121.355 1	12 135 510	-9.89
3	200	8.0	109.896 4	10 989 640	-18.40

对于一个投资组合,所有债券的价值都需要根据设定的利率情景重估,投资组合的重估总价值等于所有被重估的债券价值之和。例如,假定一位经理有一个由下面两只无选择权债券构成的投资组合:(1)息票利率6%的5年期债券;(2)息票利率9%的20年期债券。期限较短债券的面值总额为500万美元,价格是104.376 0美元,对应的收益率是5%。期限较长债券的面值总额为1 000万美元,价格是134.672 2美元,对应6%的收益率。假定这位经理要在假设5年收益率和20年收益率都变动相同基点的情况下,按照利率上升50、100、200个基点的情景来评定这个投资组合的利率风险。表5—2列出了结果。图中的a部分给出了三个情景之下5年期债券的市场价值,b部分是20年期债券的市场价值,c部分列示了投资组合的总市场价值和三种情况下市场价值的变动百分比。

表 5—2 用完全估价法评估债券投资组合在收益率
曲线平行移动情况下,三种情景的利率风险

两种债券构成的投资组合(均为无选择权债券)					
a 部分					
债券 1:	息票利率 6%、5 年期债券		面值:	5 000 000 美元	
初始价格:	104.376 0 美元		市值:	5 218 800 美元	
收益率:	5%				
情景	收益率改变(基点)	新收益率(%)	新价格(美元)	新市值(美元)	
1	50	5.5	102.160 0	5 108 000	
2	100	6.0	100.000 0	5 000 000	
3	200	7.0	95.841 7	4 792 085	
b 部分					
债券 2:	息票利率 9%、20 年期债券		面值:	10 000 000 美元	
初始价格:	134.672 2 美元		市值:	13 467 220 美元	
收益率:	6%				
情景	收益率改变(基点)	新收益率(%)	新价格(美元)	新市值(美元)	
1	50	6.5	127.760 2	12 776 020	
2	100	7.0	121.355 1	12 135 510	
3	200	8.0	109.896 4	10 989 640	
c 部分					
投资组合市值: 18 686 020.00 美元					
	收益率改变	市值(美元)			市值变化
情景	(基点)	债券 1	债券 2	投资组合	百分比(%)
1	50	5 108 000	12 776 020	17 884 020	-4.29
2	100	5 000 000	12 135 510	17 135 510	-8.30
3	200	4 792 085	10 989 640	15 781 725	-15.54

在表 5—2 中, 假设 5 年和 20 年的收益率改变相同数量的基点。完全估价法也能处理收益率曲线不以平行方式变动的情景, 表 5—3 沿用 5 年期和 20 年期债券的投资组合阐明了这一点。在表 5—3 的例子中, 假设的情景是收益率曲线非水平移动, 具体而言, 假设 5 年期收益率和 20 年期收益率有如下变动:

情景	5 年期收益率变动 (基点)	20 年期收益率变动 (基点)
1	50	10
2	100	50
3	200	100

表 5—3 中最后的部分展示了每一个情景下投资组合的市场价值有怎样的改变。

89

表 5—3 用完全估价法评估债券投资组合在收益率曲线非平行移动情况下, 三种情景的利率风险

两种债券构成的投资组合(均为无选择权债券)				
a 部分				
债券 1:	息票利率 6%、5 年期债券		面值:	5 000 000 美元
初始价格:	104.376 0 美元		市值:	5 218 800 美元
收益率:	5%			
情景	收益率改变(基点)	新收益率(%)	新价格(美元)	新市值(美元)
1	50	5.5	102.160 0	5 108 000
2	100	6.0	100.000	5 000 000
3	200	7.0	95.841 7	4 792 085
b 部分				
债券 2:	息票利率 9%、20 年期债券		面值:	10 000 000 美元
初始价格:	134.672 2 美元		市值:	13 467 220 美元
情景	收益率改变(基点)	新收益率(%)	新价格(美元)	新市值(美元)
1	10	6.1	133.247 2	13 324 720
2	50	6.5	127.760 5	12 776 050
3	100	7.0	121.355 1	12 135 510
c 部分				
投资组合市值: 18 686 020.00 美元				
市值(美元)				
情景	债券 1	债券 2	投资组合	市值变化百分比(%)
1	5 108 000	13 324 720	18 432 720	-1.36
2	5 000 000	12 776 050	17 776 050	-4.87
3	4 792 085	12 135 510	16 927 595	-9.41

完全估价法的特点是直截了当。如果有一个好的估价模型，只要估计在收益率曲线平行或非平行移动的不同情景之下投资组合或单个债券价值将怎样改变，就可测算出一个投资组合的利率风险。

使用完全估价法时，常常遇到的问题是选择情景。对一些受制于监管机构的投资人来说，一些情景是监管机构设置的。例如，储蓄机构的监管者要求储蓄机构确定利率在 100、200 和 300 个基点瞬时变动（上升或下降）时，对债券组合价值的影响。（监管者倾向于把这称为“模拟”利率情景而不是情景分析）。风险管理人和诸如对冲基金这些高负债投资者，趋向于考虑极端情景下的利率风险，这种做法称为压力测试（stress testing）。

当然，在评价收益率曲线变动如何影响投资组合的风险暴露程度时，可以设置无数多的情景并评价价值变动。最艺术的做法是，使用一个复杂的统计分析程序，根据历史数据确定一组最有可能出现的收益率曲线移动情景。

假设——这个词必须被不断重复——投资者有一个好的估价模型，可以用来估计在任何一个利率情景之下债券的价格，我们就能用完全估价法评估任何情景，从而估算出一只债券或一个投资组合对利率变动的风险暴露程度。在评估单个债券头寸或是少数几种债券的投资组合时，完全估价法是值得推荐的方法，但对于由多种债券或种类较少但复杂（即有内含的选择权）的债券组成的投资组合而言，完全估价法就过于耗时了。如果利率曲线平行移动，投资者们需要一种能够直接测知投资组合或者单个债券价值将怎样变动的衡量方法，而不必通过重估投资组合价值才能获得答案。这个衡量方法就是久期。我们将探讨这个方法以及它的辅助方法（凸性）。为了了解这个方法的局限性，我们还要介绍基本的债券价格波动性特征。使用一个或两个方法衡量一个头寸或一个投资组合的利率风险依然存在局限性的事实，不应令人惊讶，重要的是这些方法提供了衡量利率风险的一个起点。

5.2 债券的价格波动性特征

在债券的各种特征中，影响其价格波动性的特征主要有：（1）到期日；（2）息票利率；（3）内含选择权的存在。此外，我们还要看一下收益率水平如何影响债券价格的波动性。

无选择权债券的价格波动性特征

我们首先将无选择权债券（即没有内含选择权的债券）作为分析对象。无选择权债券的一个基本特征是，债券的价格与债券必要收益率逆向变动。表 5—4 用假设面值 100 美元的四只债券例子说明了这个特性。

表 5—4 四种假设的无选择权债券的价格/收益率关系

收益率 (%)	价格 (美元)			
	6% / 5 年期	6% / 20 年期	9% / 5 年期	9% / 20 年期
4.00	108.982 6	127.355 5	122.456 5	168.388 7
5.00	104.376 0	112.551 4	117.504 1	150.205 6
5.50	102.160 0	106.019 5	115.120 1	142.136 7
5.90	100.427 6	101.165 1	113.255 6	136.119 3
5.99	100.042 7	100.115 7	112.841 2	134.815 9
6.00	100.000 0	100.000 0	112.795 3	134.672 2
6.01	99.957 4	99.884 5	112.749 4	134.528 7
6.10	99.574 6	98.853 5	112.337 3	133.247 2
6.50	97.894 4	94.447 9	110.528 0	127.760 5
7.00	95.841 7	89.322 5	108.316 6	121.355 1
8.00	91.889 1	80.207 2	104.055 4	109.896 4

用图形来表示任何无选择权债券的价格/收益率关系,可得到图 5—1 所示的图形。注意,随着必要收益率的增加,无选择权债券的价格将下降。然而,这种关系不是线性的(即不是直线关系)。反映无选择权债券的价格/收益率关系的图形形状称做凸形。在必要收益率瞬时改变的情况下,存在这种价格/收益率关系。

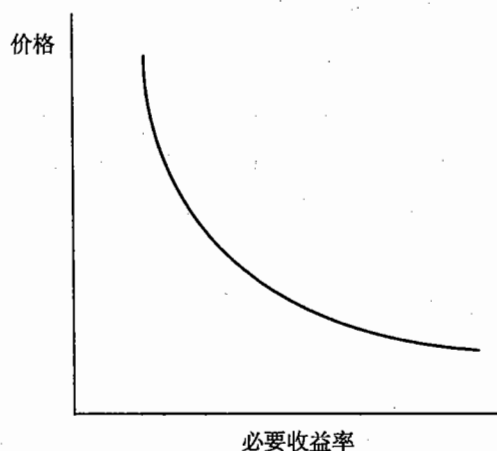


图 5—1 一个假设的无选择权债券的价格/收益率关系

92 债券对必要收益率变动的价格敏感性可用货币价格改变或价格改变的百分比来衡量。假设所有债券的初始收益率是6%，表5—5用表5—4中假设的四种债券显示了在各种收益率变动情况下，每一种债券的价格变动百分比。

表 5—5 四种假设债券的即时价格变化百分比
(初始收益率为6%)

收益率 (%)	价格变化百分比			
	6%/5 年期	6%/20 年期	9%/5 年期	9%/20 年期
4.00	8.98	27.36	8.57	25.04
5.00	4.38	12.55	4.17	11.53
5.50	2.16	6.02	2.06	5.54
5.90	0.43	1.17	0.41	1.07
5.99	0.04	0.12	0.04	0.11
6.01	-0.04	-0.12	-0.04	-0.11
6.10	-0.43	-1.15	-0.41	-1.06
6.50	-2.11	-5.55	-2.01	-5.13
7.00	-4.16	-10.68	-3.97	-9.89
8.00	-8.11	-19.79	-7.75	-18.40

表5—5的分析揭示了无选择权债券价格波动性的如下特性：

特性1：尽管所有债券的价格与必要收益率变动的方向相反，但并不是所有债券的价格变动百分比都一样。

特性2：就必要收益率的微小变化而言，特定债券的价格变化百分比大致相同，不管必要收益率是增加还是减少。

特性3：就必要收益率的巨大变化而言，债券价格变化的百分比在必要收益率增加时，与必要收益率减少时不相同。

特性4：就必要收益率基点的特定巨大变化而言，价格上升百分比要比价格下降百分比大。

虽然这些特性是用价格变化百分比表述的，它们同样适用于价格变化的绝对额。

93 特性4的含义是，如果一位投资者做债券多头，必要收益率下降导致资产增值的幅度要比必要收益率上升同样的基点导致资本损失的幅度大。如果一个投资者做债券空头，则会发生相反的情况：如果收益率变动相同的基点，潜在的资本损失要大于潜在的资本利得。

影响利率风险的债券特征

债券价格对于市场利率改变的敏感度（也就是债券的利率风险）取决于该债券的各种特征，比如到期日、息票利率和内含的选择权。

到期日的影响

假定其他因素不变，债券的到期日越长，债券价格对利率变动的敏感性越大。例如，对一只息票利率6%、以6%收益率价格出售的20年期债券来说，必要收益率上升到6.5%将使债券的价格从100美元降到94.4479美元，价格下降幅度为5.55%。而对一只息票利率6%、以6%收益率价格出售、价格100美元的5年期债券来说，必要收益率上升同样的基点将使价格下降到97.8944美元，价格仅下降了2.11%。

息票利率的影响

债券的特性之一是：所有其他因素不变，息票利率越低，债券价格对利率变动的敏感性越大。例如，考察一只息票利率9%、以6%收益率出售的20年期债券。这只债券的价格应为134.6722美元。如果必要收益率增加50个基点，升到6.5%，债券价格将下降5.13%，跌到127.7605美元。这个下降幅度要比利率6%、以6%收益率出售的20年期债券5.55%的下降幅度小。

这个特征意味着，零息票债券的价格比有相同到期日、以相同收益率交易的附息债券有更大的利率敏感性。

内含选择权的影响

在第1章中我们探讨了可能包含在债券发行条款中的各种内含选择权。有内含选择权债券价值的变化，依赖于利率变动时内含选择权的价值变化。例如，当利率下降时，可赎回债券的价格上涨幅度可能没有可比的无选择权债券（即没有内含选择权的债券）大。

94

为弄清楚原因，我们把可赎回债券的价格分解为两个部分，如下所示：

可赎回债券价格 = 无选择权债券价格 - 内含赎回选择权价格

之所以从无选择权债券的价格中减去内含的可提前赎回选择权价格，是因为可提前赎回选择权对发行人有利而对债券持有者不利。这使可赎回债券的价格比无选择权债券价格要低。

利率下降时无选择权债券的价格会上升，但利率下降也使内含赎回选择权的价格上涨了，因为可赎回选择权将变得对发行人更有价值。这样，当利率下降时两个部分价格都上涨，可赎回债券价格的变化最终取决于两个价格部分的相对变化程度。一般来说，利率下降将导致可赎回债券价格的增加，

但增加的幅度比可比的无选择权债券价格增加的幅度要小。

同样地，当利率上升时，可赎回债券的价格下跌幅度将比可比的无选择权债券价格下跌的幅度小。原因是内含的可提前赎回选择权的价格下降了。利率上升时无选择权债券价格下降，但内含的可提前赎回选择权价格的下降，抵消了一部分可赎回债券价格的下降幅度。

内含选择权债券的价格波动性特征

这一节我们分析含有各种选择权（可提前赎回选择权和可回售选择权）债券的价格/收益率关系，以及选择权对价格波动性的意义。

含有可提前赎回及可提前偿付选择权的债券

在下面的讨论中，我们把可能被提前赎回或被提前偿付的债券称为可赎回债券。图 5—2 显示了无选择权债券和可赎回债券的价格/收益率关系。标为 $a-a'$ 的凸线显示的是无选择权债券的价格/收益率关系。标为 $a-b$ 的不常见的曲线显示的是可赎回债券的价格/收益率关系。

95

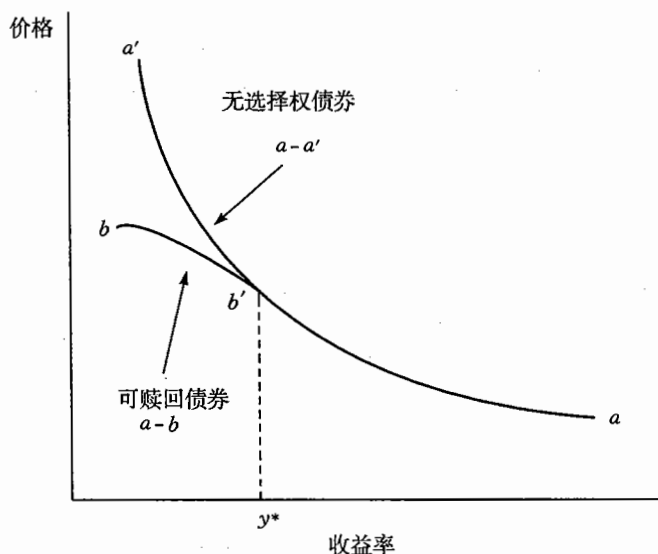


图 5—2 可赎回债券和无选择权债券的价格/收益率关系

分析可赎回债券的价格/收益率关系呈如此形状的原因，会发现当可比债券的市场收益率高于可赎回债券的息票利率时，发行人不太可能提前赎回债券。比如一种息票利率是 7% 的可赎回债券，当可比债券的市场收益率是 12% 时，发行人赎回债券并发行 12% 息票利率债券的情况基本不可能发生。既然债券不可能被赎回，这个可赎回债券的价格/收益率关系就和其他可比的无选择权债券类似，其价值基本可以按照无选择权债券定价方式确定。然

而，因为可赎回选择权仍然有一些价值，所以，债券交易不会与无选择权债券完全相同。

当市场收益率下降时，发行人会提前赎回债券。只要市场收益率没有降到息票利率以下，发行人就没有必要行使赎回选择权。当收益率从较高水平接近息票利率时，内含的提前赎回选择权价值就增加了。例如，当息票利率是7%，市场收益率降到7.5%时，发行人不大可能赎回债券，但此时的市场收益率已经处在投资者高度关注的水平上了。他们担心一旦市场收益率进一步下降，债券可能被提前赎回。而此时债券的可赎回选择权却变得对发行人更有价值，提高的选择权价值降低了可赎回债券相对其他可比的无选择权债券的价格。^[1]在图5—2中，特定收益率下内含的可赎回选择权的价值，可用无选择权债券的价格（曲线 $a-a'$ 表示的价格）与曲线 $a-b$ 表示的价格之间的差距来衡量。注意在低收益率水平（水平轴的 y^* 以下）上，内含的可赎回选择权价值是高的。

96

让我们从图5—2中观察在特定价格/收益率关系下，可赎回债券与无选择权债券在价格波动性方面的不同。图5—3放大了图5—2中可赎回债券的价格/收益率关系曲线与无选择权债券分离的部分（图5—2中的线段 $b-b'$ ）。从我们对价格/收益率的讨论中可知，如果收益率有巨大的基点变动，无选择权债券的价格上涨幅度将大于其价格下降幅度（前述的特性4）。这个特性同样适用于图5—3中用来显示可赎回债券价格/收益率关系的曲线部分吗？不是的。事实上，从图中看正好相反！也就是说在这个曲线段上，对于给定的收益率巨大变化，价格上涨幅度小于价格下降幅度。

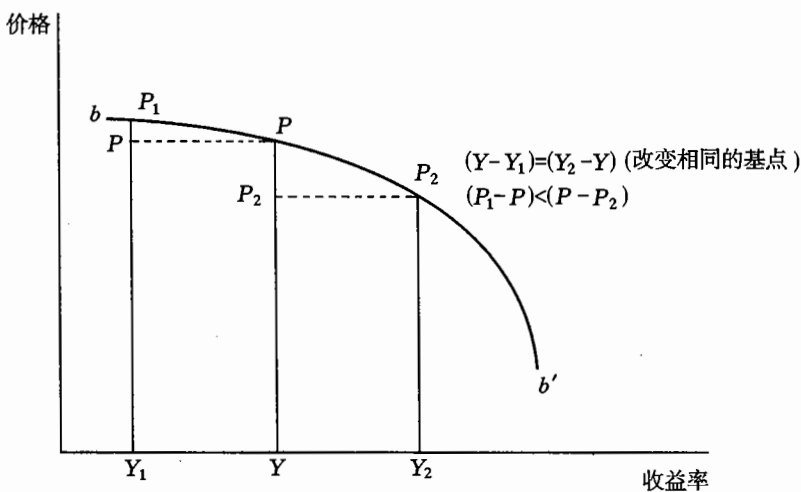


图5—3 可赎回债券价格/收益率关系的负凸性区

理解可赎回债券的价格波动性特征是重要的。当利率基点有大的变动时，可赎回债券价格上涨幅度小于下降幅度的价格波动性特征称为负凸性 (negative convexity)。^[2]但是从图5—2中可看到，可赎回债券不是在任何收

益率水平都表现出这种特征。当收益率高时（相对于债券息票利率），其价格/收益率关系与无选择权债券相同，因此在高收益率水平下也有收益大于损失的特征。鉴于市场参与者把图 5—3 中的价格/收益率关系称为负凸性，无选择权债券价格/收益率关系就称为正凸性（positive convexity）。从而可以说，可赎回债券在低收益率水平表现出负凸性，在高收益率水平表现出正凸性。

从这些图中可看出，若债券表现出负凸性，利率下降时债券的价格上涨幅度受到了压抑。也就是说，在一定的收益率水平下，利率下降时债券价格上涨的幅度非常小。一旦进入这个区域，债券就表现出价格压抑（price compression）。

内含可回售选择权的债券

可回售债券持有者可以在债券契约指定日期按照指定的价格兑现。回售价格一般为面值。持有可回售债券的好处是，一旦收益率上升使债券价格低于回售价格，投资者就可执行回售选择权。若回售价格等于面值，意味着当市场收益率高于息票利率、债券价格低于面值时，投资者将执行回售选择权。

可回售债券的价值等于无选择权债券价值加上回售选择权的价值。因此，可回售债券的价值与其他可比的无选择权债券价值之间的差别等于内含的可回售选择权价值。这一点可在图 5—4 中看出。图 5—4 显示了可回售债券的价格/收益率关系（曲线 $a'-b$ ）和无选择权债券的价格/收益率关系（曲线 $a-a'$ ）。

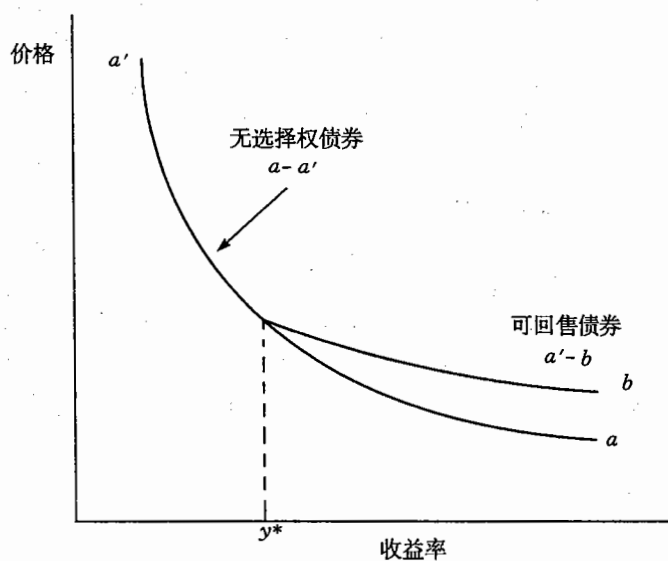


图 5—4 可回售债券和无选择权债券的价格/收益率关系

在低收益率水平（比债券息票利率低）上，可回售债券的价格和无选择

权债券的价格基本相同，因为可回售选择权的价值较小。当利率上升时，可回售债券的价格下跌，但价格下跌幅度小于无选择权债券的价格下跌幅度。在某个收益率水平上，可回售债券价格与其他可比的无选择权债券价格的差异就是可回售选择权的价值。当收益率上升到某一个水平时，债券价格会跌破回售价格，在这一水平上的价格就是回售价格。

浮动利率证券的利率风险

固定利率债券价格随市场利率变化的原因在于，债券的息票利率与当前市场利率之间的差异发生了变化。但浮动利率证券的息票利率是根据参考利率的当前值加上基点利差定期重设的。利差针对证券的全部期限设定。有三个因素影响浮动利率证券的价格波动。

首先，到下一个息票利率重设日的时间越长，可能的价格波动幅度越大。^[3]例如某种浮动利率证券，它的息票利率每6个月重设一次，按公式重设的利率是6个月期国库券利率加20个基点。假定在息票利率重设日，6个月国库券利率是5.8%。如果在息票利率重设后的第二天，6个月国库券利率升到了6.1%，意味着这只证券在剩余6个月中所提供的6个月息票利率低于当前的6个月利率。对这一现实的反应自然是债券价格下跌。假定息票利率不是每6个月，而是每1个月在1个月期国库券利率基础之上重设一次，并且假定利率重设后国库券利率立即上升，这时，虽然投资者将获得低于市场利率的1个月息票利率，但仅仅是1个月。由此造成的债券价格下跌幅度，将小于每6个月重设一次利率的证券价格下跌幅度。

影响浮动利率证券价格波动的第二个因素是，市场上投资者要求的必要利差的改变。例如，对于息票利率按照6个月国库券利率加20个基点重设的那种证券，如果市场条件改变，比如说投资者要求30个基点利差而不是20个基点，会使该证券提供的息票利率低于市场利率10个基点，结果使该证券的价格下跌。

第三个因素是利率上限。浮动利率证券通常有利率上限，一旦按公式算出的息票利率高于上限利率，实际的息票利率将被设在上限利率，使该证券只能提供低于按市场标准确定的息票利率，证券的价格将下跌。实际上，一旦息票利率抵达利率上限，这种证券的价格相对市场利率的变动会和固定利率证券基本一致。浮动利率证券的这种风险叫做利率上限风险（cap risk）。

收益率水平的影响

信用风险的存在使不同的债券即使有相同的息票利率、到期日和内含选择权，也可能以不同的收益率交易。那么假设其他因素不变，收益率水平会如何影响债券价格的利率敏感性？事实上，债券交易的收益率水平越高，其

价格敏感性越低。

为说明这一点，我们可以比较下面两只债券：息票利率 6%、20 年期、最初以 6% 收益率售出的债券，以及息票利率 6%、20 年期、最初以 10% 收益率售出的债券。前者最初出售的价格为 100 美元，后者为 65.68 美元。现在，若两只债券的收益率都上升 100 个基点，第一只债券交易价格将下降 10.68 点（或 10.68%），为 89.32 美元。第二只债券将以 59.88 美元的价格交易，价格仅下降了 5.80 点（或 8.83%）。于是我们看出，在其他特征都相同时，以较低的收益率交易的债券无论是在百分比价格还是在绝对价格方面的变动都更为剧烈。另外，对于特定的利率变动，在市场利率水平高的时候债券价格敏感性较低，在利率水平低的时候债券价格敏感性较高。

5.3 久期

有了关于债券价格波动性特征的背景知识，我们就可以学习替代完全估价法的另一种方法：久期/凸性方法。久期是衡量债券价值对利率变动敏感性的近似指标。更准确地说，它是对于利率变动 100 个基点，价值变化的近似百分比。我们将在这一节中知道，久期是价格变化百分比的一阶近似值。凸性是用来改善久期评估效果的一个指标。用久期结合凸性的方法去评估债券价格对利率变动的百分比变化，被叫做久期/凸性方法。

久期的计算

债券的久期可以按如下方法估算：

$$\frac{\text{收益率下降时债券的价格} - \text{收益率上升时债券的价格}}{2 \times (\text{初始价格}) \times (\text{小数形式的收益率变动})}$$

如果我们令：

100

Δy 为小数形式的收益率变动；

V_0 为初始价格；

V_- 为收益率下降 Δy 时债券的价格；

V_+ 为收益率上升 Δy 时债券的价格，

那么久期可表示如下

$$\text{久期} = \frac{V_- - V_+}{2(V_0)(\Delta y)} \quad (5-1)$$

例如，有一只息票利率 9%、20 年期、售价 134.672 2 美元、对应收益率 6% 的无选择权债券（见表 5—4）。让我们把收益率上下浮动（也就是变动）20 个基点，然后看看公式中分子的价格都是多少。如果收益率下降 20

个基点, 即从 6% 降到 5.8%, 那么价格将上涨到 137.588 8 美元; 如果收益率上升 20 个基点, 价格将下跌到 131.843 9 美元, 因此有:

$$\begin{aligned}\Delta y &= 0.002 \\ V_0 &= 134.672\ 2 \\ V_- &= 137.588\ 8 \\ V_+ &= 131.843\ 9\end{aligned}$$

于是,

$$\text{久期} = \frac{137.588\ 8 - 131.843\ 9}{2 \times 134.672\ 2 \times 0.002} = 10.66$$

久期是利率变动 100 个基点, 价格变动的近似百分比。10.66 的久期表示利率变动 100 个基点, 这只债券的价格大约变动 10.66%。

对久期这种解释的最多疑问是, 计算公式 (5—1) 中用来计算久期的收益率变动与久期的含义是否一致? 让我们举例说明这个问题。在计算息票利率 9%、20 年期债券的久期时, 我们用 20 个基点的收益率变动来取得公式 (5—1) 分子中的两个价格。由此计算出的久期表示收益率变动 100 个基点, 价格变动的近似百分比。之所以这样解释久期的含义, 是因为不管用于公式 (5—1) 的收益率变动是多少, 说明的内容都是相同的。如果我们用 25 个基点的收益率变动来计算公式 (5—1) 中的分子, 计算出的久期依然说明收益率变动 100 个基点, 价格变动的近似百分比。后面我们将用不同的收益率变动说明久期的敏感性。

用久期计算价格变化的近似百分比

101 若给定收益率变动和久期, 我们可以用下面的公式近似求出价格变化的百分比:

$$\text{近似价格变化的百分比} = -\text{久期} \times \Delta y \times 100 \quad (5-2)$$

式子右边之所以有负号, 是因为价格变化和收益率变化之间存在逆向关系。

例如有一个息票利率 9%、20 年期、以 134.672 2 美元价格交易的债券, 我们刚刚算出它的久期是 10.66。如果收益率上升 10 个基点 (即 $\Delta y = +0.001$), 该债券的近似价格变化百分比是:

$$\text{近似价格变化的百分比} = -10.66 \times (+0.001) \times 100 = -1.066\%$$

这个近似值有多精确? 实际的价格变化百分比是 -1.06% (表 5—5 所示, 收益率在 6.10% 的价格变动百分比)。在这个例子中, 久期在估算价格变化百分比方面做得极好。如果用久期估算收益率降低 10 个基点 (即 $\Delta y = -0.001$) 情况下的价格变化百分比, 我们也能得到同样的结论。这时, 近似价格变化百分比将是 +1.066% (即算出的价格变化方向相反而改变量相同)。表 5—5 中实际的价格变化百分比是 +1.07%。

我们看看用久期估算新价格时效果如何。假定初始价格是134.672 2美元，如果收益率上升10个基点，用久期可估算出价格将下降1.066%，价格将下降到133.236 6美元，（用134.672 2乘以1减去0.106 6的差）。表5—4显示，收益率上升10个基点时的实际价格是133.247 2美元。用久期估算出的价格接近于实际价格。若收益率下降10个基点，表5—4中的实际价格为136.119 3美元，用久期算出的价格为136.107 8美元（1.066%的价格上涨）。所以就收益率变动10个基点而言，用久期估算出的新价格是接近于实际价格的。

现在看一下如果收益率上升200个基点而不是10个基点，久期估算的效果如何。在这个例子中， Δy 等于+0.02。代入公式（5—2）可得：

$$\text{近似价格变化的百分比} = -10.66 \times (+0.02) \times 100 = -21.32\%$$

这个估算值好吗？从表5—5我们看到，当收益率上升200个基点到8%时，实际的价格变化百分比是-18.40%，因而，这个估算值不如收益率仅变化10个基点时的结果精确。如果用久期近似计算收益率下降200个基点时的价格变化百分比，得到的结果是，价格变化百分比为+21.32%，而表5—5所示的实际价格变化百分比是+25.04%。

102 让我们再次使用久期来估算新的价格。用久期可估算出初始价格为134.672 2美元，收益率上升200个基点时价格下降21.32%，于是，新价格是105.960 1美元（用134.672 2乘上1减去0.213 2的差）。如果收益率为8%，表5—4中显示这个债券的实际价格为109.896 4美元。比起收益率10个基点的变化，这个估算值的精确程度下降了。如果收益率下降200个基点，用久期估算出的新价格是163.384 3美元，实际价格是168.388 7美元（如表5—4所示）。估算值同样不如收益率变动10个基点时精确。注意，无论收益率是上升还是下降200个基点，久期均低估了新价格。我们将简单地分析原因。

将用久期估计价格变化百分比总结一下，有以下内容：

收益率 变动(基点)	初始价格 (美元)	新价格(美元)		价格变动百分比		评价
		用久期计算	实际	用久期计算	实际	
+10	134.672 2	133.236 6	133.247 2	-1.066	-1.06	估计价格接近新价格
-10	134.672 2	136.107 8	136.119 3	+1.066	+1.07	估计价格接近新价格
+200	134.672 2	105.960 1	109.896 4	-21.320	-18.40	低估新价格
-200	134.672 2	163.384 3	168.388 7	+21.320	+25.40	低估新价格

再看一下公式（5—2），我们注意到，无论收益率的变动是上升还是下降，价格变化的近似百分比除了符号相反以外都是相同的，这违反了收益率改变时无选择权债券价格波动性的特性3和特性4。特性3强调，对于收益率相同基点的较大幅度上升或下跌，价格变化的百分比将不相同。这就是当

收益率变动 200 个基点时，久期估算不精确的原因之一。为什么在收益率 10 个基点的微小变动下久期估算的效果不错呢？特性 2 已经有所解释，它强调不管收益率增加还是减少微小数量的基点，价格变化的百分比近似相同。此外，我们也能用价格/收益率关系图来解释这些结果。下面我们就做这件事。

使用久期估算价格变化的曲线描述

无选择权债券的价格/收益率关系图是凸形。图 5—5 展示了这种关系。图中价格/收益率曲线的切线经过对应收益率 y^* 的点 [对那些不熟悉切线概念的人来说，它是在相关（局部）范围内的某一点紧贴曲线的一条直线]。图中的切线在收益率等于 y^* 、价格等于 p^* 的那一点与曲线相切。用这条切线可以估算收益率改变时的新价格。如果我们从任一（水平轴上）收益率画一条垂线，如图 5—5 所示，水平轴和切线之间的距离代表了在初始收益率为 y^* 时，用久期近似计算出的价格。

103

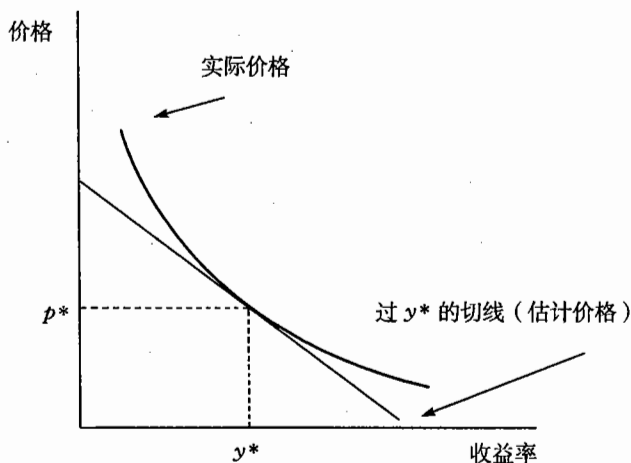


图 5—5 无选择权债券的价格/收益率曲线及切线

那么，这条用来估计收益率变动下债券新价格的切线和久期有怎样的关系呢？久期告诉了我们近似的价格变化百分比。给定初始价格和久期所提供的 [即用公式 (5—2) 算出的] 近似价格变化百分比，可以估算近似的新价格。用数学方法可以证明用久期计算的价格也在切线上。

图形可以帮助我们理解为什么当收益率有微小的基点变动时，用久期估算的价格变化百分比及相应的新价格是有效的。图 5—6 显示，当收益率有微小变动时，切线几乎不离开价格/收益率曲线。因此，当收益率上下变动 10 个基点时，用切线估计新价格比较精确，如同我们在前面的数字计算中发现的一样。

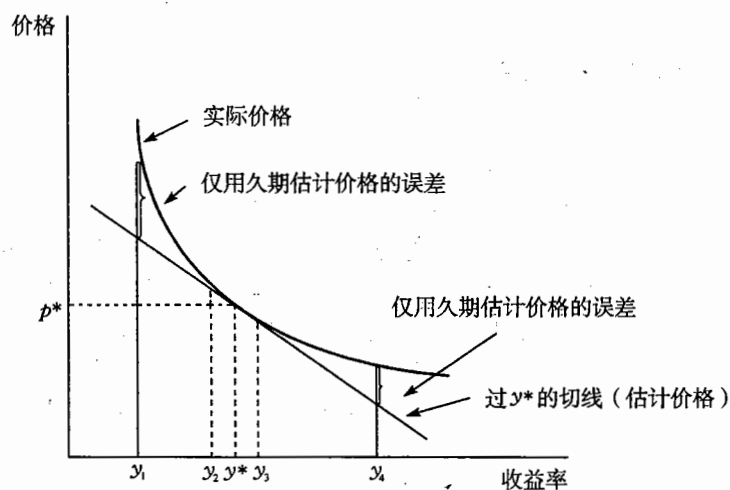


图 5—6 使用切线估计新价格

图 5—6 同样也显示了当收益率变动基点很大时，用切线估计新价格的效果。注意，离初始收益率越远，切线对价格的估计误差就越大；曲线越凸，估计值就越不准确。图 5—7 显示了这个特点。

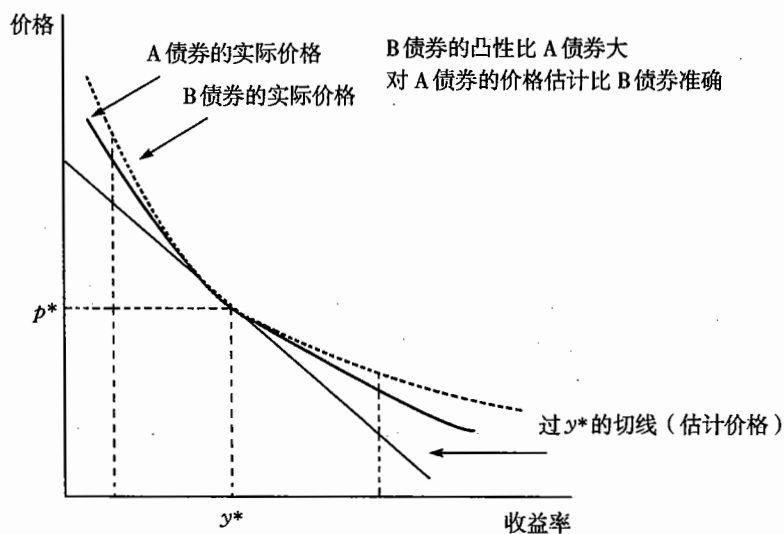


图 5—7 对凸性不同的债券估计收益率大幅变动后的新价格

我们也注意到不管收益率变动多少，切线总是低估了无选择权债券的新价格，因为切线位于价格/收益率曲线的下方。这解释了为什么在我们的例子中使用久期总是低估实际价格。

利率变动和久期估算

使用公式(5—1)计算久期,需要让利率(收益率)上下变动同样基点以获得 V_- 和 V_+ 的值。在我们的举例中,任意挑选了20个基点作为振幅。但是变动幅度应该多大?或者说,利率应该上下变动多少个基点?

表5—6列出了利率变动从1个基点到200个基点时,用公式(5—1)算出的四种假设债券的久期。从图中看出,两种5年期债券的久期估算值不受利率振幅的影响,并且比两只20年期的债券有更小的凸性。至于两只20年期的债券,在表5—6给出的振幅范围内,其更大的凸性并没有对久期估算值有重要影响。

表 5—6 对不同利率变动的久期估算

债券	1 基点	10 基点	20 基点	50 基点	100 基点	150 基点	200 基点
6%, 5 年期	4.27	4.27	4.27	4.27	4.27	4.27	4.27
6%, 20 年期	11.56	11.56	11.56	11.57	11.61	11.69	11.79
9%, 5 年期	4.07	4.07	4.07	4.07	4.07	4.08	4.08
9%, 20 年期	10.66	10.66	10.66	10.67	10.71	10.77	10.86

注:初始收益率为6%。

106

因此,可看出振幅是不重要的。但表5—6所列的结果仅仅针对无选择权债券,如果我们处理更复杂的证券,比如内含选择权债券时,无法反映市场上各种利率变动类型的小利率振幅,就不能用来评价价格的可能变化,因为这种债券的预期现金流量会变化。但如果使用大利率振幅,我们将遇到凸性造成的不对称问题。而且,巨大的振幅对含有选择权的债券来说,可能导致预期现金流的剧烈变化,其改变程度远远不同于小利率振幅引起的现金流变化。

对复杂证券用小振幅还存在另一个问题。久期公式即公式(5—1)中嵌入了价格,而这些价格是根据估价模型计算出来的。第34章和第35章将探讨这些估价模型以及有关的假设。久期在很大程度上依赖这些估价模型。如果利率振幅较小,并且用于获得公式(5—1)中所需价格的估价模型质量不佳,用较小的利率振幅去除分子上质量不高的价格,会严重影响久期的质量。

那么在实践中交易商和分析系统供应商是怎么做的?几乎所有系统开发商都认为,它们使用的利率振幅是比较现实的,因为这些变动幅度来自于历史数据。

修正久期和有效久期

业内人士使用的久期的一种形式是修正久期(modified duration)。修正久期是在收益率改变时债券的预期现金流不变的假设下,收益率变动100个基点时,债券价格变化的近似百分比。这意味着在计算公式(5—1)中的 V_- 和 V_+ 时,使用的是与计算 V_0 时相同的现金流。这样,当收益率改变时,债券价格的改变便单独归因于按新收益率水平折现的现金流。

收益率改变时现金流不变的假设对于无选择权债券,如不可提前赎回国债来说是有意义的。因为当利率改变时,美国财政部对它的债务持有人的偿付金额是不变的。然而,对于内含选择权的债券(即可赎回债券、可回售债券和抵押支持证券)就不能这么说。对于这些债券,收益率的改变可能很大程度上影响着预期现金流。

前面我们介绍了可赎回债券和可提前偿付债券的价格/收益率关系。如果不能认清收益率的改变怎样影响预期现金流,用于公式(5—1)分子中的两个价格就是不准确的,因为没有准确反映收益率变化对它们的影响,因此计算出的久期就不能很好地衡量价格变化百分比。

在以后讨论含有选择权债券估价模型的章节中,将解释这些模型是怎样考虑收益率的改变会影响预期现金流的。因此,如果用这些估价模型得出 V_- 和 V_+ ,算出的久期就不仅考虑了以不同的利率折现的现金流,而且考虑了预期现金流可能的变化。用这种方法得出的久期称为有效久期(effective duration)或期权调整久期(option-adjusted duration)。图5—8总结了修正久期和有效久期之间的区别。

107

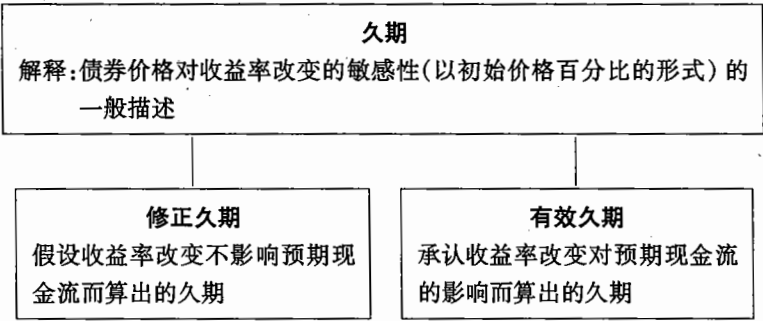


图5—8 修正久期与有效久期

对于含有选择权的债券,修正久期和有效久期之间的差别可能是相当大的。例如,某种可赎回债券可能有5的修正久期,但有效久期仅为3。有些担保抵押债务的修正久期可能是7,而有效久期却是20!因此,用修正久期衡量含有选择权的证券对收益率改变的价格敏感性会产生误导。对含有选择权的债券来说,更合适的衡量指标是有效久期。

麦考利久期和修正久期

比较修正久期和麦考利久期之间的关系是值得的。修正久期也可这样表示^[4]:

$$\frac{1}{(1 + \text{收益率}/k)} \left[\frac{1 \times \text{PVCF}_1 + 2 \times \text{PVCF}_2 + \dots + n \times \text{PVCF}_n}{k \times \text{价格}} \right] \quad (5-3)$$

式中:

k ——每年付息次数 (例如, $k=2$ 表示债券每半年付息, $k=12$ 表示债券每月付息);

n ——到期前期数 (即到期年数乘以每年支付次数);

收益率——债券的到期收益率;

108

PVCF_t ——第 t 期的现金流量以到期收益率折现的现值。

修正久期公式 (5—3) 中方括号内的表达式是 1938 年由弗雷德里克·麦考利 (Frederick Macaulay) 提出的。^[5]该指标通常称为麦考利久期 (Macaulay duration)。因此修正久期一般表达为:

$$\text{修正久期} = \frac{\text{麦考利久期}}{1 + \text{收益率}/k}$$

久期的一般公式 (5—1) 提供了确定债券修正久期的快捷方法。因为使用这个快捷方法计算修正久期更容易, 所以, 大多数分析软件的供应商使用公式 (5—1) 而不是 (5—3) 以减少计算时间。

然而必须清楚意识到, 修正久期在衡量含有选择权的债券对利率变动的价格敏感性时是有缺陷的, 麦考利久期也同样如此。使用久期公式 (5—3) 会误导使用者, 因为它掩盖了含有选择权债券的预期现金流改变必须被承认这个事实。尽管公式 (5—3) 对无选择权债券会给出和公式 (5—1) 相同的价格变化百分比估算值, 但公式 (5—1) 依然要好一些, 因为它承认收益率变动时现金流以及价值可以改变。

对久期的解释

在本节的开始部分我们把久期定义为利率变动 100 个基点, 价格变化的近似百分比。如果理解了 this 定义, 我们就不需要使用近似价格变化百分比公式 (5—2), 而可直接算出债券价值变化。

例如, 我们想知道对于息票利率 9%、20 年期、售价 134.672 2 美元的债券, 如果收益率变动 50 个基点, 价格变化的近似百分比是多少。因为久期是 10.66, 收益率变动 100 个基点将带来价格大约 10.66% 的变动。若收益率变动 50 个基点, 价格将变动大约 5.33% ($= 10.66\% / 2$)。价格将从

134.672 2美元变为127.494 2美元。

现在让我们来看看到目前为止人们对久期的其他定义或解释。

109

久期是一阶导数

有时市场参与者把久期称为价格/收益率函数的一阶导数或简称为一阶导数。首先,这里的“导数”与“衍生工具”(即期货、互换、期权等)的“衍生”一词无关。^{*}这里所用的导数是对数学函数求导得到的,有一阶导数、二阶导数等等。当市场参与者说久期是一阶导数时,他们的意思是,如果可以为债券写一个闭合的数学方程式,一阶导数是对这个方程式第一次求导的结果。尽管这是对久期的一种正确解释,却丝毫无助于我们理解债券的利率风险是什么。也就是说,这是一种没有实际意义的解释。

为什么它是一种没有实际意义的解释?回顾久期为6的1 000万美元面值总额的债券头寸。假定有一位顾客正在关心这种债券对利率变动的风险暴露程度。现在,你告诉这位顾客债券头寸的久期是6,并且说这是这种债券价格函数的一阶导数。他对于关心的事情知道什么了?什么也没有。相反,如果你告诉这位顾客久期为6,并且久期是债券对利率变动100个基点的近似价格敏感性,那么你给了他关于这种债券利率风险的大量信息。

久期是一种时间度量

当麦考利在1938年最早引入久期这个概念时,他把它作为未偿付债券的一种时间度量标准。更确切地说,麦考利把久期定义为债券持有者取得每一笔利息经历的时间和取得本金时间的加权平均数。随后,久期被频繁地视做时间的代名词,用年表示。有这样的结果太令人遗憾了,之所以这样说有两点理由。

第一,作为一种度量标准,用久期来表示年数没什么错,因为它的确是时间的度量标准。但对久期的正确理解应该是:久期是有确定到期年限的零息票债券的价格波动性。其中的到期年限是用久期计算出来的年数。因此,当一个经理说一种债券有4年的久期时,仅仅关注这个4年的时间长度是没有任何意义的,应该注意的是,这个债券具有4年期零息票债券对于利率变动的价格敏感性。

第二,把久期看做年数会使投资经理以及他们的客户难以理解一些复杂证券的久期。有一些这样的例子。例如某种只收利息的抵押贷款支持证券的久期是负值。负数,比如说-4年意味着什么?按照久期是价格变化百分比的解释,-4意味着当利率变动100个基点时,债券的价格变动大约为4%,其变动方向与利率变动方向相同。

110

第二个例子是某种1年后到期的期权。假设它的久期是60,意思是什么?对那些把久期理解为时间的人来说,它的意思是60年,60天,还是60秒?这些都不是。它只是表明这种期权大约有60年期零息票债券的利率变

* “导数”与“衍生工具”中的“衍生”一词英文均为“derivative”。——译者注

动价格敏感性。

忘掉一阶导数和时间度量的定义

当人们用年数（零息票债券的价格波动性）或一阶导数解释久期时，并不必介意其在技术上是否正确。有一些人甚至用证券的“一半存续期”来解释久期。依据我们后面将描述的限制条件，久期只是作为一种衡量证券价格对收益率变动的敏感性的手段。随着本书的深入，我们将对这一定义进行精雕细琢，使其更完善。

使用利率风险衡量指标的人，只是对该指标是否告知债券（或资产组合）对于利率变动的价格敏感程度感兴趣。久期直白地告诉投资人，一旦利率有一定程度变化，头寸的货币金额变动程度或价格百分比变动程度，进而表明风险暴露程度。

投资组合的久期

一个投资组合的久期可通过对投资组合中各种债券的久期进行加权平均得到。权重是各种证券在投资组合中的比例。投资组合的久期的数学计算公式如下所示：

$$w_1D_1 + w_2D_2 + w_3D_3 + \cdots + w_KD_K$$

式中：

w_i ——债券 i 的市场价值/投资组合的市场价值；

D_i ——债券 i 的久期；

K ——投资组合中的债券数量。

现举例说明计算过程。考察由如下三种债券构成的投资组合，所有债券都无选择权。

债券	价格 (美元)	收益率 (%)	持有的面值总额 (美元)	市场价值 (美元)	久期
10%，5 年期	100.000 0	10	4 000 000	4 000 000	3.861
8%，15 年期	84.627 5	10	5 000 000	4 231 375	8.047
14%，30 年期	137.859 0	10	1 000 000	1 378 586	9.168

在这个例子中，假设每一种债券的下一利息支付都正好发生在 6 个月之后（也就是没有应计利息）。这个投资组合的市场价值为 9 609 961 美元。既然每一种债券都无选择权，可以使用修正久期。每种债券每百美元面值的市场价格以及它们的收益率、久期在下面列出：

111

在这个例子中， K 等于 3，且有

$$\begin{aligned}w_1 &= \frac{4\,000\,000}{9\,609\,961} = 0.416 & D_1 &= 3.861 \\w_2 &= \frac{4\,231\,375}{9\,609\,961} = 0.440 & D_2 &= 8.047 \\w_3 &= \frac{1\,378\,586}{9\,609\,961} = 0.144 & D_3 &= 9.168\end{aligned}$$

资产组合的久期是：

$$0.416 \times 3.861 + 0.440 \times 8.047 + 0.144 \times 9.168 = 6.47$$

投资组合 6.47 的久期意味着对于所有三种债券收益率 100 个基点的变动，该投资组合的市场价值将变动大约 6.47%。但必须记住，这三种债券的收益率都必须改变 100 个基点。这是一个至关重要的假设，它的重要性怎么强调都不过分。^[6]

计算投资组合的久期还可以用另一种方法，就是根据特定收益率变化基点，计算投资组合中每一种证券的价格改变金额，然后把所有的价格改变金额加总起来。用得到的总价格变化金额除以投资组合的初始市场价值，即可得出价格变化的百分比，经过调整就获得了投资组合的久期。

我们还是用上面三种债券的投资组合说明如何使用这种方法。假定我们用每种债券的久期算出收益率变化 50 个基点下它们各自的价格变动额，于是有：

债券	市场价值(美元)	久期	收益率变动 50 个基点时的价值变动额(美元)
10%，5 年期	4 000 000	3.861	77 220
8%，15 年期	4 231 375	8.047	170 249
14%，30 年期	1 378 586	9.168	63 194
总计			310 663

因此，所有期限的收益率变动 50 个基点将使这个三种债券的投资组合市场价值变动 310 663 美元。因为该组合的市场价值是 9 609 961 美元，那么 50 个基点的收益率变动将导致组合价值变动 3.23% (310 663/9 609 961)。久期是对于收益率变动 100 个基点的价格变动近似百分比，因此，该投资组合的久期是 6.46 (3.23 乘以 2)。这个值和早先算出的结果相同。

5.4 凸性

112

久期表示不管利率是上升还是下降，价格变化的近似百分比都相同。然而，这和我们早先提到的债券价格波动性特性 3 不一致。更具体地说，就收益率微小变化而言，不管上升还是下降，价格变化的百分比将是相同的，但是对收益率的大幅变化就不是这样。这说明久期只有在收益率有微小变化时

才是一个好的价格变化近似百分比衡量尺度。

前面我们用一只息票利率 9%、20 年期、以 6% 收益率出售、久期为 10.66 的债券证明了这个特性。当收益率有 10 个基点变化时，不管收益率是上升还是下降，估计值都是准确的。但是当收益率有 200 个基点变化时，价格变化百分比与实际有相当大的偏差。

原因在于，久期实际上是对收益率微小改变的一阶（线性）近似值。^[7]这个近似值可用一个二阶近似值来改善。二阶近似值称为“凸性”。在业内使用这个术语稍有不妥，因为凸性这个词还被用来描述价格/收益率曲线的形状。证券凸性能用来近似估计没有被久期反映的那部分价格变化。

凸性值

债券的凸性值可以用下面的公式近似估算：

$$\text{凸性值} = \frac{V_+ + V_- - 2 \times V_0}{2 \times V_0 \times (\Delta y)^2} \quad (5-4)$$

公式中所用符号含义与前面的久期公式（5—1）中相同。

以我们假设的息票利率 9%、20 年期、以 6% 收益率出售的债券为例。我们知道对于收益率 20 个基点的变化（ $\Delta y = 0.002$ ）有：

$$V_0 = 134.672\ 2, V_- = 137.588\ 8, V_+ = 131.843\ 9$$

把这些值代入凸性值公式（5—4）：

$$\text{凸性值} = \frac{131.843\ 9 + 137.588\ 8 - 2 \times 134.672\ 2}{2 \times 134.672\ 2 \times 0.002^2} = 81.96$$

113

下面我们会介绍如何使用凸性值。在这之前有三点应该引起注意。第一，对凸性值没有一种简单的解释；第二，与久期不同，市场参与者更多地用公式（5—4）算出的值称作“债券的凸性”而不是“债券的凸性值”；最后，各个交易商和程序供应商对无选择权债券所提供的凸性值有所不同，原因在于从公式（5—4）获得的值常常出于某种理由被以另外的方式重新计算，对此，我们在示范怎样使用凸性值之后再解释。

价格变化百分比的凸性调整值

给定凸性值，由债券的凸性存在而进行的价格变化近似百分比调整值（即没有被久期说明的价格变化百分比部分）是：

$$\text{凸性调整值} = \text{凸性值} \times (\Delta y)^2 \times 100 \quad (5-5)$$

例如，对于息票利率 9%、20 年期的债券来说，如果收益率从 6% 上升到 8%，基于久期的近似价格变化百分比的凸性调整值是：

$$81.96 \times (0.02)^2 \times 100 = 3.28\%$$

如果收益率从6%下降到4%，基于久期的近似价格变化百分比的凸性调整值也是3.28%。

将基于久期的近似价格变化百分比加上凸性调整值，就可以修正久期的估计偏差。例如，如果收益率从6%变到8%，估算出的价格变化百分比将是：

$$\text{用久期估计的变动百分比} = -21.32\%$$

$$\text{凸性调整值} = +3.28\%$$

$$\text{价格变动百分比总估计值} = -18.04\%$$

实际价格变化百分比是-18.40%。

如果收益率从6%下降200个基点，降至4%，近似价格变化百分比应为：

$$\text{用久期估计的变动百分比} = +21.32\%$$

$$\text{凸性调整值} = +3.28\%$$

$$\text{价格变动百分比总估计值} = +24.60\%$$

实际价格变化百分比是+25.04%。因此，把久期和凸性调整值结合起来，可以更好地估算债券价格变化对收益率大幅变化的敏感性。

注意，当凸性值为正时，对于既定的利率大幅变动，会有债券收益大于损失，此种情形我们在前面已经描述过，即这种债券呈现出正凸性。从上面的例子也可看出这一点。然而，如果凸性值是负的，我们将遇到损失大于收益的情况。例如一个可赎回债券的有效久期为4，凸性值为-30。这意味着对于收益率200个基点的变化，近似价格变化的百分比是8%，收益率变化200个基点的凸性调整值为：

$$-30 \times (0.02)^2 \times 100 = -1.2$$

由于凸性调整值是-1.2%，该债券显示出如图5—2所示的负凸性。经过凸性调整之后的近似价格变化百分比为：

$$\text{用久期估计的变动百分比} = -8.0\%$$

$$\text{凸性调整值} = -1.2\%$$

$$\text{价格变动百分比总估计值} = -9.2\%$$

对于基点下降200，近似价格变化百分比应为：

$$\text{用久期估计的变动百分比} = +8.0\%$$

$$\text{凸性调整值} = -1.2\%$$

$$\text{价格变动百分比总估计值} = +6.8\%$$

注意，损失大于收益——一种叫做负凸性的性质——已经在前面探讨过，并在图5—2中举例说明。

不同尺度的凸性值计算

若单独看由公式(5—4)算出的凸性值是没有任何意义的,只有将它代入公式(5—5)以获得估计的凸性调整值时,才能显示出作用。因此,完全可以用其他方式计算凸性值,并获得同样的凸性调整值。

例如,有些书中把凸性值定义为:

$$\text{凸性值} = \frac{V_+ + V_- - 2V_0}{V_0 (\Delta y)^2} \quad (5-6)$$

公式(5—6)与公式(5—4)不同,它的分母中没有2。因此,用公式(5—6)算出的凸性值将是公式(5—4)计算结果的2倍。于是,用公式(5—4)计算我们前面使用的例子,得出凸性值是81.96,而用公式(5—6)算出的凸性值是163.92。

哪一个是正确的? 81.96 还是 163.92? 答案是两个都对。因为如果凸性值是用公式(5—6)算出的,那么计算凸性调整值的相应公式就不再是公式(5—5),而代之以如下凸性调整值公式:

$$115 \quad \text{凸性调整值} = \frac{\text{凸性值}}{2} \times (\Delta y)^2 \times 100 \quad (5-7)$$

公式(5—7)与公式(5—5)的不同之处在于,它的凸性值要除以2。因此,不管是用公式(5—4)得出凸性值然后用公式(5—5)算出凸性调整值,还是用公式(5—6)计算凸性值然后用公式(5—7)确定凸性调整值,得出的结果都是一样的。

一些交易商和程序供应商还以另外一种不同方式计算凸性值:

$$\text{凸性值} = \frac{V_+ + V_- - 2 \times V_0}{2 V_0 \times (\Delta y)^2 \times 100} \quad (5-8)$$

公式(5—8)与公式(5—4)的不同之处在于,它的分母上有100。按照我们的例子,用公式(5—8)得出的凸性值将是0.819 6而不是用公式(5—4)算出的81.96。于是,对应于公式(5—8)的凸性调整值公式为:

$$\text{凸性调整值} = \text{凸性值} \times (\Delta y)^2 \times 10\,000 \quad (5-9)$$

类似地,凸性值还可用公式(5—10)表示:

$$\text{凸性值} = \frac{V_+ + V_- - 2 V_0}{V_0 \times (\Delta y)^2 \times 100} \quad (5-10)$$

还是用我们前面使用的债券例子,可以计算出凸性值为1.639 2。相应的凸性调整值为:

$$\text{凸性调整值} = \frac{\text{凸性值}}{2} \times (\Delta y)^2 \times 10\,000 \quad (5-11)$$

因此,这只无选择权债券的凸性值(或被某些市场参与者称为“凸性”)可以报为81.96、163.92、0.8196或1.6392。所有的这些值都是正确的,但孤立地看它们没有任何意义。要用它们来获得凸性调整值并调整久期估计的价格变动,就必须知道它们是怎样计算出来的,这样才能使用与之对应的凸性调整值公式。重要的是凸性调整值,而不是孤立的凸性值。

理解这一点对比较交易商和程序供应商报告的凸性值也是重要的。例如,如果一个交易商告诉某投资组合经理,债券A的久期为4,凸性值为50;第二个交易商告诉这位经理,债券B的久期为4,凸性值为80,那么哪一种债券对利率变动的价格变化百分比更大呢?既然两种债券的久期相同,那么凸性值更大的那种债券在利率变动时价格变动幅度更大些。然而,由于不知道这两个交易商怎样计算凸性值,这位经理无法知道哪一种债券的凸性调整值更大。如果第一个交易商使用公式(5—4)而第二个使用公式(5—6),那么这两个凸性值应根据各自的计算公式进行调整。比如,用公式(5—4)计算时,公式(5—6)算出的凸性值80就相当于用公式(5—4)得出的凸性值40。

修正凸性和有效凸性

在用公式(5—4)计算凸性时使用的那些价格,或者在假定预期现金流不随收益率变化下得到,或者在假设变化下得到。在假设不变下得到的凸性叫做修正凸性(modified convexity,业内通常将修正凸性简称为凸性)。相反,有效凸性(effective convexity)假设当收益率变动时,现金流改变。它们的区别和修正久期与有效久期之间的区别相同。

和久期一样,无选择权债券的修正凸性和有效凸性没什么差别。但对含有选择权的债券来说,修正凸性和有效凸性之间差异就很大了。实际上,所有无选择权债券的凸性都是正值。对含有选择权的债券来说,修正凸性为正值,其有效凸性可能为负。

有效久期和有效凸性的例子

前面提到,修正久期和有效久期是衡量固定收益证券价格敏感性的两种方法。修正久期忽略了利率变动对现金流可能发生的影响,有效久期没有忽略这种现金流变动的可能性。例如,当利率(或收益率)变化时,含有选择权的债券将有非常不同的现金流特征。修正久期完全忽略了这些影响。为了运用有效久期,需要一个有用的利率模型和相应的估价模型。这一节将举例说明如何计算现金流量随利率改变的证券的有效久期。

对于无选择权的债券,修正久期和有效久期之间没有不同。事实上,当利率(或收益率)变动非常小的时候,它们在数值上是同一的。下例将说

明,即使对于含有选择权的债券,在收益率的一定变动范围内,这两个值之间的差别也是非常小的。例如,当内含的选择权处于深度虚值(价值接近零)时,债券的现金流不受收益率微小变动的影响,于是计算这两个值所用的现金流几乎没有差别。

117

修正凸性(有时称为标准凸性)与修正久期有相同的局限性,因此通常对含有选择权的债券是没有用处的。然而和久期相类似,在现金流本质上不受收益率微小变动影响的利率(或收益率)范围内,两个凸性值差不多是相同的。

下面的例子将说明怎样计算并解释无选择权债券和含有选择权债券的有效久期和有效凸性。

假定我们需要测算下面三种证券的利率敏感性:

1. 5年期、息票利率6.70%、半年付息的无选择权债券,当前价格为面值的102.75%;
2. 5年期、息票利率6.25%的债券,可在2年后一直到第5年的每半年一次的付息日以面值提前赎回,现价面值的99.80%;
3. 5年期、息票利率5.75%的债券,可在2年后一直到第5年的每半年一次的付息日以面值回售,现价为面值的100.11%。

当利率变化时,这些债券的现金流可能十分不同,因此,对利率变化的价格敏感性也会非常不同。

使用基于当前利率期限结构的利率模型^[8],上下移动利率期限结构10个基点,会有相应的价格变化。使用本章早先用于久期和凸性的符号, V_- 代表利率下移后的价格, V_+ 代表利率上移后的价格, V_0 是当前价格, Δy 是假设的期限结构移动幅度。^[9]表5—7列出了每一种债券的这些价格,以及用公式(5—1)算出的久期、用公式(5—6)算出的凸性值。

118

表5—7 基于布莱克-德曼-托伊(Black-Derman-Toy)模型分析三种债券在利率移动10个基点情况下的价格变化,以及相应的有效凸性和有效久期

移动10个基点后的价格变化			
变量	初始价格 V_0	上移10个基点后的价格 V_+	下移10个基点后的价格 V_-
无选择权债券价格	102.750 902 9	102.319 123 5	103.184 880 5
可赎回债券价格	99.802 971 76	99.493 217 18	100.108 562 4
可回售债券价格	100.108 913 1	99.842 376 04	100.381 905 9
使用利率期限结构移动10个基点而带来的价格变化,计算出的有效久期和有效凸性			
	有效久期	有效凸性	
无选择权债券	4.21	21.39	
可赎回债券	3.08	-41.72	
可回售债券	2.70	64.49	

认识到估价模型在这种计算中的重要性是非常重要的。估价模型反映利率变动时证券现金流的变化。可赎回债券和可回售债券有很不同的现金流特征,该特征体现为现金流随利率水平变化。估价模型必须对这种特征有清楚的解释。(注意在测算这些指标时,小心不要对数据轻易四舍五入,因为久期和凸性公式的分母都非常小,任何四舍五入对结果都会有重大影响。)

无选择权债券

计算出利率期限结构上下移动 10 个基点时纯粹债券*的价格 (V_+ 、 V_-),然后将它们代入公式 (5—1);就可得到无选择权债券的有效久期。这些价格已在表 5—7 中列出。有效久期与有效凸性的计算如下:

$$\text{有效久期} = \frac{103.184\ 880\ 5 - 102.319\ 123\ 5}{2(102.750\ 902\ 9)(0.001)} = 4.21$$

同样方法,将相应价格代入公式 (5—6),可算出有效凸性:

$$\begin{aligned} \text{有效凸性} &= \frac{103.184\ 880\ 5 + 102.319\ 123\ 5 - 2(102.750\ 902\ 9)}{102.750\ 902\ 9(0.001)^2} \\ &= 21.39 \end{aligned}$$

这种无选择权债券的修正久期是 4.21,修正凸性是 21.40,非常接近于表 5—7 中列出的有效值。这说明对无选择权债券来说,在收益率的微小变动范围内,修正值与有效值几乎是相同的。

表 5—8 显示了利率期限结构移动对纯粹债券的有效久期和有效凸性的影响。当收益率下降时,有效久期增加,因为此时无选择权债券的价格/收益率曲线变得更陡,而有效久期(和修正久期)是与这条曲线的斜率直接成比例的。例如,在非常低的收益率(移动 -500 个基点)上,有效久期是 4.40,而在非常高的收益率(+1 000 个基点)上,有效久期减少到了 3.85。图 5—9 描绘了这种现象。注意观察当收益率上升时,价格/收益率曲线的斜率怎样减小(曲线变得更水平)。

表 5—8 三种债券在利率期限结构移动情况下的有效久期和有效凸性

期限结构	无选择权债券		可赎回债券		可回售债券	
移动(基点)	有效久期	有效凸性	有效久期	有效凸性	有效久期	有效凸性
-500	4.40	23.00	1.91	4.67	4.46	23.46
-250	4.30	22.19	1.88	4.55	4.37	22.66
0	4.21	21.39	3.08	41.72	2.70	64.49
250	4.12	20.62	4.15	20.85	1.87	7.07
500	4.03	19.87	4.07	20.10	1.81	4.23
1 000	3.85	18.42	3.89	18.66	1.77	4.03

* 无选择权债券——译者注

当利率期限结构上移时（即当利率上升时），无选择权债券的到期收益率上升大约同样的幅度。当收益率上升时，这种债券的凸性减小。从图 5—9 中可以看出，随着收益率上升，弯曲度（或斜率的变化率）减少。表 5—8 中纯粹债券的数值也证实了这一点。随着收益率的上升，无选择权债券的有效凸性将变小。例如在非常低的收益率（-500 个基点的移动）处，有效凸性是 23.00，而在非常高的收益率（+1 000 个基点的移动）处，有效凸性减小到了 18.43。

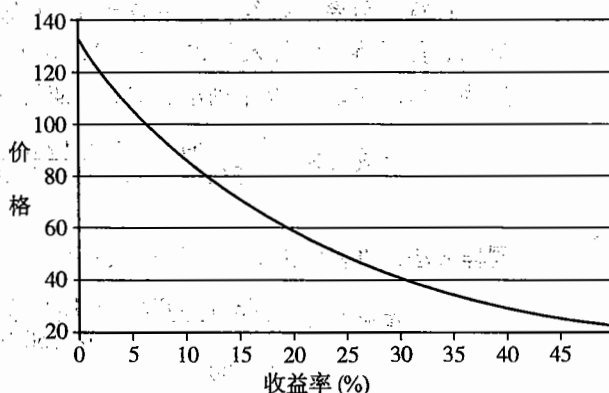


图 5—9 无选择权债券的价格/收益率关系

无选择权债券的这些性质都是容易得到证实的。纯粹债券的修正久期和修正凸性与表 5—8 中列出的关于这种债券的有效指标值几乎是一样的。

可赎回债券

计算出利率期限结构上下移动 10 个基点时可赎回债券的价格（ V_+ 、 V_- ）后，把它们代入公式（5—1），就可得到可赎回债券的有效久期。这些价格已在表 5—7 中列出。注意这些价格考虑到了由内含可提前赎回选择权决定的现金流变动。计算如下：

$$\text{有效久期} = \frac{100.108\ 562\ 4 - 99.493\ 217\ 18}{2 \times 99.800\ 297 \times 0.001} = 3.08$$

同样方法，将相应价格代入公式（5—6），可以计算出有效凸性：

$$\begin{aligned} \text{有效凸性} &= \frac{100.108\ 562\ 4 + 99.493\ 217\ 18 - 2 \times 99.802\ 971\ 76}{99.802\ 971\ 76 \times (0.001)^2} \\ &= -41.72 \end{aligned}$$

利率移动与有效久期之间的关系如表 5—8 和图 5—10 所示。随着利率上升，可赎回债券的有效久期会变得更大。例如，在非常低的收益率（移动 -500 个基点）时的有效久期是 1.91，而在非常高的收益率（+1 000 个基点）时，有效久期则变为 3.89。这反映了如下事实：随着利率上升，债券被提前赎回的可能性减少，结果，可赎回债券价格变化更像无选择权债券，它的有效久期将增大。相反，当利率下降时，债券被赎回的可能性增加，它

自身的特性以及有效久期表现得更像一只2年期的债券，这是因为可提前赎回选择权在2年后生效。随着利率下降幅度的加大，发行人在2年后赎回债券的可能性增加。因此，在利率非常低或处于中间状态时，有效久期值和修正久期值之间的差别是巨大的，而利率非常高时这种差别较小。

121

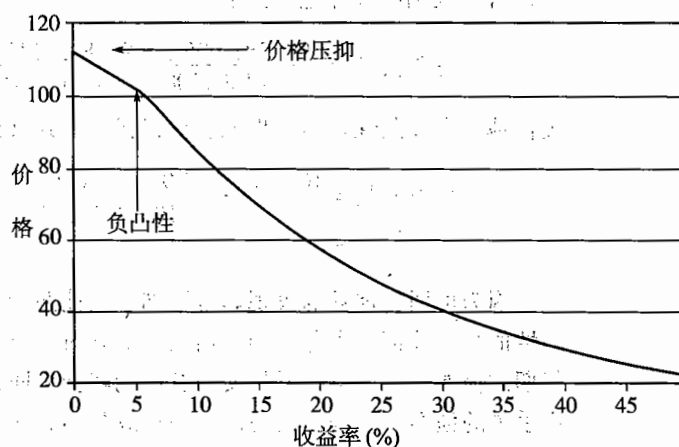


图 5—10 可赎回债券的价格/收益率关系

有效凸性可用来衡量债券价格/收益率关系曲线的弯曲程度。较低的有效凸性表明，曲线接近直线（零有效凸性表示图形关系是一条直线）。如表 5—8 所示，在利率极低处（即利率期限结构移动 -250 个基点和 -500 个基点处），可赎回债券的有效凸性值是非常小的正数（分别为 4.55 和 4.67）。这意味这种关系几乎是线性的，只呈现出轻微的凸性。这归因于可赎回选择权推迟 2 年生效。由于赎回价格带来的价格压抑在 2 年内还没有生效，使可赎回债券在极低的利率处表现出轻微的正凸性。^[10]如果这种债券立即即可赎回，价格/收益率关系将在高收益率处表现出正凸性而在低收益率处表现出负凸性。在当前很低的利率水平上，有效凸性应该是负值。这时，内含的可赎回选择权造成了足够的价格压抑，使价格/收益率关系曲线成为反凸形（即凹形）。图 5—10 描绘了这些特性。当处于这种利率水平时，内含的选择权才能对可赎回债券的现金流产生重大的影响。

表 5—8 显示当收益率曲线正向大幅移动时（即期限结构移动 +250 个基点、+500 个基点和 +1 000 个基点），可赎回债券的有效凸性为正值并且非常接近纯粹债券的有效凸性值。例如，在 +250 个基点变动处，可赎回债券的有效凸性是 20.85 而纯粹债券的是 20.62。造成二者差异的惟一原因是这两种债券的息票利率不同。因此在非常低的和中间的利率水平上，可赎回债券的有效凸性和标准凸性之间的差别是巨大的，但在利率非常高时这种差别较小。这些特征是很容易根据直觉推断出来的。当利率低时，可赎回债券现金流在很大程度上受发行人行使内含的提前赎回选择权可能性提高的影响。当利率高时，内含的可赎回选择权价值非常低，以至于它对可赎回债券的现金流几乎没有影响，因此可赎回债券表现得像一只纯粹债券。

122

可回售债券

计算出利率期限结构上下移动 10 个基点后的价格 (V_+ 、 V_-) 后, 将这些值代入公式 (5—1), 就可得到可回售债券的有效久期。这些价格已在表 5—7 中列出。价格中考虑到了由内含可回售选择权而来的现金流变动。因此, 有效久期的计算过程如下:

$$\text{有效久期} = \frac{100.381\ 905\ 9 - 99.842\ 376\ 04}{2 \times 100.108\ 913\ 1 \times 0.001} = 2.70$$

类似地, 有效凸性是通过把相应价格代入公式 (5—6) 算出:

$$\begin{aligned}\text{有效凸性} &= \frac{100.381\ 905\ 9 + 99.842\ 376\ 04 - 2 \times 100.108\ 913\ 1}{100.108\ 913\ 1 \times (0.001)^2} \\ &= 64.49\end{aligned}$$

因为可回售债券的表现非常不同于其他两种债券, 它的有效久期和有效凸性值与其他债券十分不同。当利率上升时, 可回售债券表现得更像一只 2 年期的债券, 因为持有者只要一有可能就会按回售价格行使回售选择权, 回售手中的债券。于是可回售债券的有效久期会随利率上升而减小, 原因在于内含的可回售选择权极大地影响了可回售债券的现金流。相反, 当利率下降时, 可回售债券表现得更像一只 5 年期的纯粹债券, 因为这时内含的可回售选择权价值很低, 以至于几乎不会对债券现金流产生影响。如表 5—8 所示, 有效久期反映了这些性质。例如, 在非常低的收益率 (移动 - 500 个基点) 处有效久期是 4.46, 而在非常高的收益率 (+ 1 000 个基点) 处有效久期减少到 1.77。因此当利率处于非常高和中间段时, 有效久期和修正久期之间的差别是巨大的, 而在利率非常低时这种差别较小。

表 5—8 表明可回售债券的有效凸性对于所有的预期利率移动而言都是正的, 但是会随利率上升 (也就是随着期限结构移动 + 250 个基点、+ 500 个基点和 + 1 000 个基点) 而变小。随着利率的上升, 可回售债券的价格/收益率关系将变成线性关系, 因为在回售价格处债券存在价格截断。^[11]这是导致可回售债券的有效凸性值在利率期限结构的三个正向移动处较小 (分别为 7.07、4.23 和 4.03) 的原因。当利率处于这些水平时, 内含的可回售选择权对债券现金流会产生重大影响。因此, 在利率处于非常高的水平和中间水平时, 有效凸性和标准凸性之间的区别非常大。图 5—11 描绘了这些性质。

当利率水平非常低 (即在期限结构 250 个基点和 500 个基点下移) 时, 该可回售债券表现得像一只 5 年期的纯粹债券, 因为此时可回售选择权价值非常低。因此随利率期限结构的下移, 这个可回售债券的有效凸性值愈来愈接近于可比的 5 年期纯粹债券的有效凸性值。通过对比我们可以明显看出这个特征。例如, 在利率移动 - 250 个基点处, 可回售债券的有效凸性是 22.66, 纯粹债券的有效凸性是 22.19, 两个凸性值差不多一样。事实上, 如果两种债券的息票利率相等的话, 它们将完全一样。

图 5—11 描述了这些性质。从图中我们可以看到, 在收益率从低到高的转变过程中, 价格/收益率关系图在中间收益率水平上有非常高的凸性。例

如，可回售债券的当前有效凸性是 64.49，而纯粹债券是 21.39，可赎回债券是 -41.72。之所以有这个特征是因为随着收益率的上升，可回售选择权的价值由虚值转向实值，债券价格变化特征也从类似于 5 年期的纯粹债券转为更像 2 年期债券。其间相应的价格截断使得价格/收益率关系不得不非常快地从 5 年（高有效久期）转换到 2 年（低有效久期），从而造成了非常高的有效凸性。

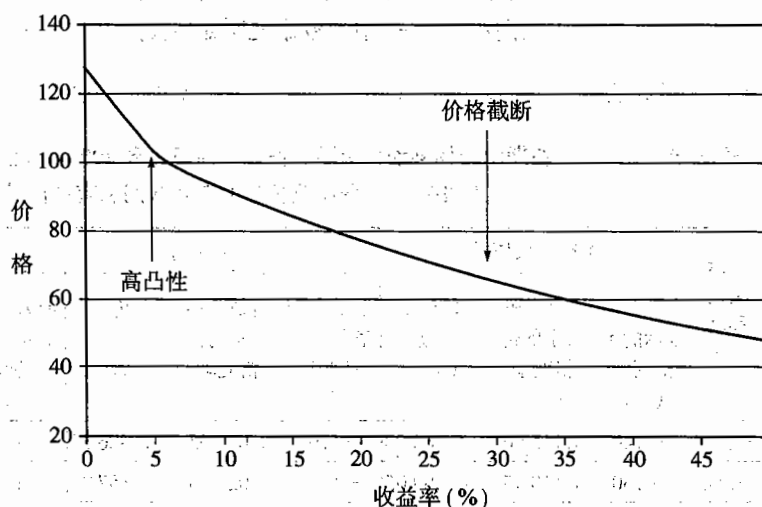


图 5-11 可回售债券的价格/收益率关系

总结

从表 5-8 中我们注意到，随着收益率的变化，可赎回债券和可回售债券的有效久期变化幅度将比无选择权债券大得多。这是意料之中的，因为当收益率在宽范围变动时，内含的选择权对现金流的影响重大。有趣的是，在高（低）收益率处，可提前赎回（可回售）债券的有效久期与纯粹债券十分接近。这是因为在这些收益率处，内含的可赎回（可回售）选择权价值非常之低，以至于两种证券有相似的表现。同样的解释也适用于有效凸性。

我们已经知道，有效久期和有效凸性一般用于估算在假设的收益率变动下，固定收益证券价格变化的百分比。实践中人们经常用给定一个收益率变动幅度单位（通常是 100 个基点）的方法来评价收益率变动时的价格变化百分比。表 5-9 和表 5-10 给出了使用这种表达方式的评价结果，所使用的公式是公式（5-2）和公式（5-7）。

5.5 基点价格

一些经理人员使用另外的债券价格波动性指标衡量利率风险，即基点价

格 (price value of a basis point, PVBP)。这个指标也叫做“01”的货币价值 (dollar value of an 01, DV01), 是收益率变动一个基点时债券价格变动的绝对值。即:

$$PVBP = |\text{初始价格} - \text{收益率变动 1 个基点后的价格}|$$

收益率上升或减少一个基点会使 PVBP 的值有所不同吗? 不会, 因为特性 2——收益率的微小变动带来的价格变动大致相同。

我们用表 5—4 中的数据说明如何使用这个指标。如果初始收益率是 6%,

125 表 5—9 在期限结构移动情况下, 假设收益率上升 100 个基点带来的价格变动百分比及相应的有效久期和有效凸性

期限 结构 移动 (基点)	无选择权债券			可赎回债券			可回售债券		
	有效久期 表示的价 格变动 (%)	有效凸性 表示的价 格变动 (%)	总价格 变动 (%)	有效久期 表示的价 格变动 (%)	有效凸性 表示的价 格变动 (%)	总价格 变动 (%)	有效久期 表示的价 格变动 (%)	有效凸性 表示的价 格变动 (%)	总价格 变动 (%)
-500	-4.40	0.115 00	-4.285 00	-1.91	0.023 35	-1.886 65	-4.46	0.117 30	-4.342 70
-250	-4.30	0.110 95	-4.189 05	-1.88	0.022 75	-1.857 25	-4.37	0.113 30	-4.256 70
0	-4.21	0.106 95	-4.103 05	-3.08	-0.208 60	-3.288 60	-2.70	0.322 45	-2.377 55
250	-4.12	0.103 10	-4.016 90	-4.15	0.104 25	-4.045 75	-1.87	0.035 35	-1.834 65
500	-4.03	0.099 35	-3.930 65	-4.07	0.100 50	-3.969 50	-1.81	0.021 15	-1.788 85
1 000	-3.85	0.092 10	-3.757 90	-3.89	0.093 30	-3.796 70	-1.77	0.020 15	-1.749 85

126 表 5—10 在期限结构移动情况下, 假设收益率下降 100 个基点带来的价格变动百分比及相应的有效久期和有效凸性

期限 结构 移动 (基点)	无选择权债券			可赎回债券			可回售债券		
	有效久期 表示的价 格变动 (%)	有效凸性 表示的价 格变动 (%)	总价格 变动 (%)	有效久期 表示的价 格变动 (%)	有效凸性 表示的价 格变动 (%)	总价格 变动 (%)	有效久期 表示的价 格变动 (%)	有效凸性 表示的价 格变动 (%)	总价格 变动 (%)
-500	4.40	0.115 0	4.515 0	1.91	0.023 4	-1.933 4	4.46	0.117 3	4.577 3
-250	4.30	0.111 0	4.411 0	1.88	0.022 8	1.902 8	4.37	0.113 3	4.483 3
0	4.21	0.107 0	4.317 0	3.08	-0.208 6	2.871 4	2.70	0.322 5	3.022 5
250	4.12	0.103 1	4.223 1	4.15	0.104 3	4.254 3	1.87	0.035 4	1.905 4
500	4.03	0.099 4	4.129 4	4.07	0.100 5	4.170 5	1.81	0.021 2	1.831 2
1 000	3.85	0.092 1	3.942 1	3.89	0.093 3	3.983 3	1.77	0.020 2	1.790 2

我们能用收益率在 5.99% 和 6.01% 时的价格算出 PVPB。每一种债券的 PVPB 如下表所示：

127

息票利率	6.0%	6.0%	9.0%	9.0%
期限(年)	5	20	5	20
初始价格(美元)	100.000 0	100.000 0	112.795 3	134.672 2
收益率 5.99% 的价格 (美元)	100.042 7	100.115 7	112.841 2	134.815 9
收益率 5.99% 的 PVPB (美元)	0.042 7	0.115 7	0.045 9	0.143 7
收益率 6.01% 的价格 (美元)	99.957 4	99.884 5	112.749 4	134.528 7
收益率 6.01% 的 PVPB (美元)	0.042 6	0.115 5	0.045 9	0.143 5

PVPB 与久期有关。事实上, PVPB 就是货币久期的一个特例。我们知道债券的久期是对利率变动 100 个基点的近似的价格变化的百分比。我们也知道了给定久期之后如何用公式(5—2)计算任何基点的利率变化所带来的价格变化的近似百分比。如果给定初始价格和一个基点变化带来的近似的价格变化百分比, 我们就能算出利率变动一个基点, 价格将怎样变化。

例如, 有一只息票利率 9%、20 年期、久期是 10.66 的债券。用公式(5—2)计算利率上升一个基点(即 $\Delta y = 0.000 1$)带来的近似的价格变化百分比, 并略去公式(5—2)中的负号可得:

$$10.66 \times 0.000 1 \times 100 = 0.106 6\%$$

假定初始价格为 134.672 2, 用久期估算出的货币价格变化为:

$$0.106 6\% \times 134.672 2 = 0.143 5 \text{ (美元)}$$

计算结果与上面表中所示的这只债券的 PVPB 是相同的。下面将用两种方法对四种债券的计算结果进行比较。需要比较当每种债券的收益率上升一个基点时的 PVPB 值和用久期估算的价格变化:

息票利率	6.0%	6.0%	9.0%	9.0%
期限(年)	5	20	5	20
上升一个基点的 PVPB (美元)	0.042 6	0.115 5	0.045 9	0.143 5
债券久期	4.270 0	11.560 0	4.070 0	10.660 0
用久期估计的价格变动值(美元)	0.042 7	0.115 6	0.045 9	0.143 6

5.6 收益率波动性的重要性

128

到目前为止我们还没有考虑利率的波动性。在所有其他因素相同的前提下，息票利率越高的债券，其价格对于利率变动的波动性也越低。此外，收益率水平越高，债券的价格波动性也越低。在描述无选择权债券价格/收益率关系的图 5—12 中可看出这一点。当收益率水平高的时候（图中的 Y_H ），利率的变动不会导致初始价格（图中的 P_H ）大幅度变动。但当收益率水平处于低点时（图中的 Y_L ），利率变动相同数量基点会造成初始价格（图中的 P_L ）的大幅变动。如图所示。

$$(Y_H' - Y_H) = (Y_H - Y_H'') = (Y_L' - Y_L) = (Y_L - Y_L'')$$

$$(P_H - P_H') < (P_L - P_L')$$

且 $(P_H - P_H'') < (P_L - P_L'')$

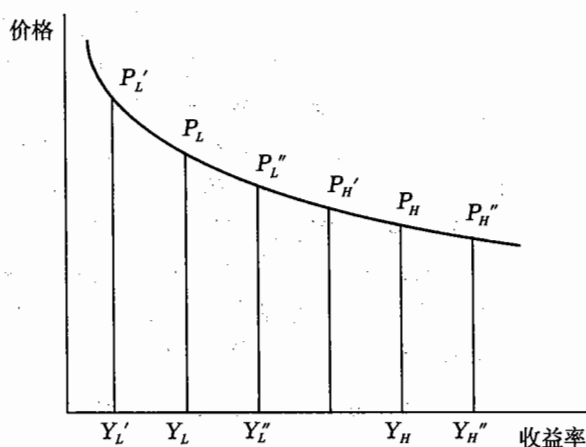


图 5—12 不同收益率水平的价格波动性

也可以用久期表述这个特征，即息票利率越高，久期越小；收益率水平越高，久期越小。按照这个说法，一只 10 年期非投资级债券的久期比目前 10 年期的附息国债的久期小，因为前者的息票利率较高且以较高的收益率水平交易。这是不是说 10 年期的非投资级债券比 10 年期附息国债有更低的利率风险呢？让我们再看另外一个例子：10 年期瑞士政府债券比当前 10 年期美国附息国债有更低的息票利率，且以更低的收益率交易，因而 10 年期瑞士政府债券比 10 年期美国附息政府债券有更大的久期。这是否意味着 10 年期的瑞士政府债券比 10 年期美国附息政府债券有更高的利率风险？不能简单下结论。我们还必须加上一个不能漏掉的分析环节，即利率的相对波动性。我们将之称为收益率波动性（yield volatility）或利率波动性（interest rate volatility）。

预期的收益率波动性越大,在特定的久期和头寸值下,利率风险也就越高。尽管非投资级债券的久期低于有相同到期日的附息国债,但它的收益率波动性比国债大。至于10年期瑞士政府债券,尽管其久期高于10年期美国国债,但前者的收益率波动性比后者小许多。

一种将债券头寸对利率变动的价格敏感性和收益率波动性结合起来考虑的分析方法叫做风险价值(value-at-risk, VaR)。该方法将风险定义为特定概率下预期头寸市值的最大损失估计值。

【注释】

[1] 对已经熟悉选择权理论的读者来说,这个特点可以这样陈述:当债券的息票利率低于市场收益率时,内含的可赎回选择权价值处于“虚值”。当债券息票利率高于市场收益率时,内含的可提前赎回选择权价值处于“实值”。

[2] 数学家称这种形状为“凹形”。

[3] 第1章中已经提到,息票利率重设是在计息期开始的时候,付息要等到计息期末。

[4] 更准确地说,这是按年付息债券的修正久期公式。

[5] 参见 Frederick Macaulay, *Some Theoretical Problems Suggested by the Movement of Interest Rates, Bond Yields, and Stock Prices in the U.S. Since 1856* (New York: National Bureau of Economics Research, 1938)。

[6] 这相当于说各种期限的收益率变动之间的相关系数等于1。

[7] 久期是一个线性近似的原因可以从图5.6中看出。图中显示切线可用来估计新价格,也就是说,可以用一条直线近似估计非线性(凸性)的关系。

[8] 可以用布莱克-德曼-托伊无套利二项式模型进行这个分析。Fischer Black, Emanuel Derman, and William Toy, “A One-Factor Model of Interest Rates and Its Application to Treasury Bond Options”, *Financial Analysts Journal* (January-February 1990), pp.24-32。

[9] 注意对无选择权债券来说,平行移动的利率期限结构将使债券收益率移动同样的距离。

[10] 本章前面提到过,可赎回债券的价格压抑是指收益率下降时,可赎回债券价格上升可能性会受到极大限制的特性。如图5-10所示,随着收益率下降到一定低的水平(即与赎回价格相应的收益率水平),可赎回债券的价格上涨幅度受到压抑。

[11] 可回售债券的价格截断是指随着收益率的上升,可回售债券的价格下跌潜力将受到极大限制的性质。如图5-11所示,当收益率升到高于一定水平(也就是对应于回售价格的水平)时,可回售债券的价格下跌将被截断。

第 6 章 利率的期限结构

131 弗兰克·J·法博齐博士，注册金融分析师，注册会计师
耶鲁大学管理学院金融学兼职教授

在任何一种经济中，都并非只有一种利率，而是存在一个相互联系的利率体系。借款者应付的利率取决于多种因素。本章我们将讨论这些因素。我们先从基础利率——美国政府债券的利率——开始。接下来我们将探讨影响非政府债券收益率利差或风险溢价的因素。最后，我们着重讨论一个影响利率的特殊因素：到期日。收益率和到期日（或期限）之间的关系称为利率的期限结构（term structure of interest rate）。利率期限结构对于证券估价非常重要。本章不讨论决定利率一般水平的因素。

6.1 基础利率

美国财政部发行的证券受美国政府的完全信誉和信用担保，因此，全世界所有市场参与者均将该类证券视为没有信用风险的证券，其利率也成为美国经济乃至国际资本市场的基准利率。巨大的国债发行规模也使美国的国债

市场成为世界上最有活力从而最具流动性的市场。

投资者购买非政府证券所要求的最低利率或基础利率 (base interest rate) 是有可比期限的新发行的国债的收益率。例如一位投资者 2000 年 1 月 14 日要购买一只 10 年期的美国债券, 他要求的最低收益率是 6.68%, 也就是表 6—1 中列出的美国国债收益率, 表中列出的收益率为市场交易报价。基础利率也称为基准利率 (benchmark interest rate)。

132

表 6—1 美国的几种收益率和收益率利差

a. 2000 年 1 月 14 日新发行的国债的收益率

期限	收益率 (%)
3 个月	5.41
6 个月	5.68
1 年	6.11
2 年	6.43
5 年	6.58
10 年	6.68
30 年	6.69

b. 2000 年 1 月 14 日, 投资级工业公司债券的 90 天平均收益率利差 (以基点表示)

期限	AAA	AA	A	BBB
2 年	51	61	68	103
3 年	58	66	80	107
5 年	63	74	88	116
10 年	85	93	121	148
30 年	98	107	137	172

资料来源: Lehman Brothers, *Relative Value Report*, January 18, 2000, T-4; Lehman Brothers, *Relative Value Report*, January 18, 2000, T-9.

6.2 风险溢价

在债券交易中, 市场参与者往往用非国债利率与国债利率的利差来表示非国债债券的利率。例如, 某 10 年期非国债债券的收益率是 7.68%, 而 10 年期国债的收益率是 6.68%, 二者利差为 100 个基点。这个利差反映了投资者投资于非美国政府发行的证券时所面临的额外风险, 该利差也称为风险

溢价 (risk premium)。因此, 我们可以把非国债债券的利率表示为:

基础利率 + 利差

或

基础利率 + 风险溢价

133 影响利差的因素包括: (1) 发行人的类型; (2) 发行人的信誉; (3) 证券的期限或到期日; (4) 赋予发行人或投资者某种权利的选择权条款; (5) 投资者的利息税; (6) 证券的预期流动性。

发行人的类型

一笔债务的关键特征是发行人的性质。除美国政府外, 美国政府机构、地方政府、公司 (国内和国外的) 以及外国政府均发行债券。

债券市场可按照发行人类型分类。各类债券市场称为债券市场的子市场 (market sector)。两个债券子市场上同期利率之差称为市场间利差 (inter-market-sector spread)。

除国债市场外, 其他债券市场上存在大量信用质量不一的发行人。不同的发行人的偿债能力不同。例如在公司债市场内, 发行人可分为公用事业类、运输类、工业类及银行和金融公司类。同一个子市场内两种债券之间的利差叫做市场内利差 (intramarket-sector spread)。

发行人的信誉

违约风险或信用风险是指债券发行人可能无法按时支付本金或利息的风险。大多数市场参与者主要依靠商业评级公司来评估发行人的违约风险。我们将在第 11 章中讨论这些评级公司。

除信用质量以外其他各方面都相同的国债与非国债之间的利差, 称为信用利差 (credit spread) 或质量利差 (quality spread)。表 6—1 的 b 部分列出了截至 2000 年 1 月 14 日的那一周美国国债和工业类公司债券的平均 90 天的信用利差。

到期期限

我们在第 5 章谈到, 在存续期内, 债券的价格将随市场收益率的变化而波动, 并且论证了债券价格的波动性还取决于它的期限。在所有其他因素不

变的前提下，债券的期限越长，市场收益率变化造成的价格波动就越剧烈。

市场中两个具有不同期限的证券的利差叫做收益率曲线利差（yield curve spread）或期限利差（maturity spread）。对于不同期限的可比证券收益率之间的关系，我们在前面已经阐述过，并将之定义为利率的期限结构。

134

有关到期期限的内容非常重要，我们将在本章的稍后部分详细讨论。

内含的选择权

发行的债券中经常附有一些条款，这些条款赋予债券持有者或发行人可以采取某些行动的选择权，该行动会不利于另一方。债券中包含的选择权叫做内含选择权（embedded option）。我们在第1章中已经讨论了各种类型的内含选择权。债券中最普通的选择权是可提前赎回条款，它给予发行人在规定到期日前部分或全部偿还债务的权利。当市场利率下降时，发行人可以通过发行利率较低的债券替换利率较高的债券而从中受益。可提前赎回条款实际上允许发行人改变债券的到期日。可提前赎回条款的执行对债券持有者来说是不利的，因为他们不得不以较低的利率对所得款项做再投资。

内含选择权既影响债券相对于国债的利差，也影响债券相对于其他可比的无内含选择权债券的利差。一般而言，市场参与者对含有有利于发行人的选择权（如可提前赎回选择权）的债券所要求的相对于可比国债的利差，要比不含这种选择权的债券大得多。相反，市场参与者对含有有利于投资者的选择权（如可回售选择权或可转换选择权）的债券，所要求的利差要小得多。事实上，包含有利于投资者的选择权的债券，其利率可能低于可比的国债利率。

利息的纳税性

除联邦所得税条款允许免税的债券外，其他所有债券的利息收入在联邦范围内都要缴税。除联邦所得税之外，利息收入可能还要缴纳州和地方税。

联邦税法特别免除了符合其条件的市政债券的利息所得税。由于免税，市政债券的收益率低于相同期限的国债收益率。免税证券和国债收益率之间的利差通常不用基点衡量，而是用百分数。也就是说，该利差用免税证券收益率相对于可比国债收益率的百分比来衡量。

135

纳税债券在缴纳联邦所得税之后的收益率为：

$$\text{税后收益率} = \text{税前收益率} \times (1 - \text{边际税率})$$

例如，某只纳税债券的收益率为9%，购买该债券的投资者需要缴纳的边际税率为39.6%，则税后收益率为：

$$\text{税后收益率} = 0.09 \times (1 - 0.396) = 0.0544 = 5.44\%$$

同时,我们也可以通过使纳税债券的税后收益率等于免税债券的收益率来确定该纳税债券应有的收益率。这个收益率叫做赋税等值收益率 (equivalent taxable yield), 由如下等式得出:

$$\text{赋税等值收益率} = \frac{\text{免税收益率}}{1 - \text{边际税率}}$$

例如,一位面对 39.6% 的边际税率的投资者购买了一只收益率为 5.44% 的免税债券。那么赋税等值收益率为:

$$\text{赋税等值收益率} = \frac{0.0544}{1 - 0.396} = 0.09 = 9\%$$

注意,边际税率越低,赋税等值收益率越低。在上例中,如果边际税率是 25% 而不是 39.6%, 那么赋税等值收益率将为 7.25% 而非 9%, 如下所示:

$$\text{赋税等值收益率} = \frac{0.0544}{1 - 0.25} = 0.0725 = 7.25\%$$

州和地方政府可能会对免除了联邦所得税的债券课税。有些市政当局对所有市政债券的利息收入免税,有些市政当局则不免。一些州对本州内市政当局发行的债券免税,而对州外市政当局发行的债券不免税。这意味着由于不同州对市政债券的免税要求不同,具有相同质量和期限的两种市政证券间可能存在利差。例如,在征收高所得税的纽约州,对其市政债券的课税要求会使该债券收益率相对低于低所得税的州,如佛罗里达州。

市政当局不能对美国财政部发行的证券征收利息所得税,因此,有相同期限的国债和需纳税的非国债证券之间的部分利差反映了国债免征州和地方税的价值。

债券的预期流动性

136

债券是以不同的流动性进行交易的。所交易债券的预期流动性越高,投资者要求的收益率就越低。前面提到,美国国债是世界上最具流动性的证券,其相对于非国债的较低收益率反映了流动性和信用风险的不同。即使在国债市场内部,也存在流动性差异,新发行的债券比旧债券有更高的流动性。

6.3 利率的期限结构

在以后的章节中,我们将看到利率期限结构在债券估价中所扮演的重要

角色。因此，我们有必要用大量的篇幅来讨论这个重要问题。

收益率曲线

描述具有相同的信用质量但期限不同的债券之间的收益率关系的图形称为收益率曲线 (yield curve)。过去，大多数市场参与者都是通过观测国债市场价格与收益率来构建收益率曲线的。这样做有两个原因。首先，国债没有违约风险，即使国债有信誉差异也不至于影响人们对收益率的估计；其次，作为最活跃的债券市场，国债市场几乎没有流动性不足或不经常交易的问题。图 6—1 显示了在美国和其他国家观测到的三种假想的国债收益率曲线。

137

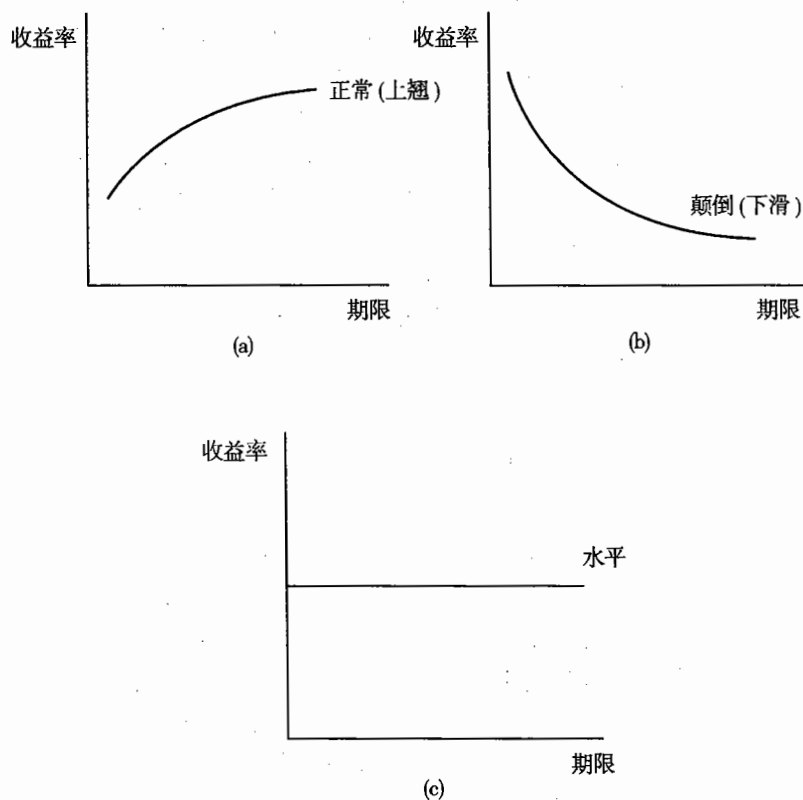


图 6—1 三种假想的收益率曲线

表 6—2 列出了 2000 年 1 月 17 日四个国家（美国、德国、英国和日本）有代表性的政府债券的收益率曲线，包括四种期限的债券。注意在 2000 年 1 月 17 日，除了英国之外，所有国家的收益率曲线都是向上倾斜的。德国和日本的收益率曲线相对于美国的收益率曲线而言陡峭一些。英国的收益率曲线是颠倒的。

表 6—2 2000 年 1 月 17 日美国、德国、英国和日本的收益率曲线

期限 (年)	美国 (%)	德国 (%)	英国 (%)	日本 (%)
2	6.39	4.27	6.48	0.35
5	6.52	4.93	6.28	1.00
10	6.62	5.50	5.66	1.78
30	6.65	6.10	4.59	2.27

资料来源: Lehman Brothers, *Relative Value Report*, January 18, 2000, Figure 1, REL-4.

138

在本章前面我们谈到,在实际操作中,国债收益率曲线的关键功能是为其他种类债券或债券市场提供定价基础。其他债券市场包括银行贷款市场、抵押证券市场、公司债券市场和国际债券市场等。然而,市场参与者们逐渐意识到按传统方法构建的国债收益率曲线不能令人满意地描述必要收益率和期限之间的关系。一个重要的现象是,期限相同的债券的收益率可能不同。这种现象反映了债券息票利率差异带来的影响。因此,有必要建立一个更准确可靠的方法以估测国债收益率曲线。下面我们将进一步分析用传统方法估测收益率曲线所造成的问题,然后提出一个构建收益率曲线的适当方法。该方法借助于零息票债券的收益率以解决传统方法中收益率—期限关系不惟一的问题。

用收益率曲线为债券定价

债券的价格是它的现金流量的现值。在第 4 章对债券定价的讨论中,我们假设可用一个利率来折现债券所有的现金流量。适当的利率是与债券期限相同的国债收益率加上一个适当的风险溢价或利差。

然而,用国债收益率曲线确定折现债券现金流的适当收益率时存在一个问题。为说明这个问题,我们假定有两种 5 年期国债 A 和 B。它们之间的区别在于息票利率不同。A 的息票利率为 12%,B 的为 3%。一直到到期日的 10 个 6 个月中,每百美元面值的现金流量如下:

时期	债券 A 的现金流 (美元)	债券 B 的现金流 (美元)
1~9	6.00	1.50
10	106.00	101.50

由于现金流模式不同,所以使用同一个利率折现所有的现金流量是不恰当的。适用于每一个现金流量的折现率应该与收到该现金流的时间对应。但

问题是如何确定每一时期的利率?

正确的方法是,不把债券 A 和 B 看做债券,而是一组现金流量。进一步说,将它们看做零息票证券的组合,赚得的利息就是到期价值和支付价格之间的差额。例如,债券 A 可看做 10 个零息票证券:第一个到期日值为 6 美元,6 个月后到期;第二个到期日值为 6 美元,1 年后到期;第三个到期日值为 6 美元,1 年半以后到期,依此类推。最后一个零息票证券是在 10 个 6 个月之后到期,到期日值为 106 美元。同样地, B 债券也可看做 10 个零息票证券:第一个到期日值为 1.50 美元,6 个月后到期;第二个到期日值为 1.50 美元,1 年后到期;第三个到期日值为 1.50 美元,1 年半以后到期,依此类推。最后一个零息票证券是在 10 个 6 个月之后到期,到期日值为 101.50 美元。显然,对于每一个付息债券,它的价值或价格等于组成它的零息票证券的价值总额。

139

一般来说,所有债券都可以看做一揽子零息票证券。一揽子中的每一个零息票证券都有与付息日(对于本金而言是到期日)相同的到期日。债券的价值应该等于一揽子零息票证券的价值。否则,市场参与者会通过分离这种债券的本息并创造剥离证券来获得无风险利润。

为确定每一个零息票证券的价值,必须知道有相同到期日的零息票国债的收益率,这个收益率称为即期利率 (spot rate)。描述即期利率和它的到期期限之间关系的图形称为即期利率曲线 (spot-rate curve)。由于不存在期限超过一年的零息票国债,因此无法单独通过观测零息票国债的收益率来构建即期利率曲线,需要借助于理论推导。根据实际零息票国债收益率推导出的收益率曲线称为理论即期利率曲线 (theoretical spot-rate curve)。

理论即期利率曲线的构建

理论即期利率曲线是在对国库券和付息国债收益率曲线的观测基础上构建的。以这种方式生成理论即期利率曲线的过程叫做自展 (bootstrapping)。^[1]为解释这个过程,我们假设了 20 个不同期限国债的价格、年度化收益率(到期收益率)的数据,如表 6—3 所示。

在下面将要展开的分析与示例过程中一定要切记自展的基本原则,即付息国债的价值应该等于用来复制该债券现金流的一揽子零息票债券的价值。

看表 6—3 中的 6 个月国库券。如第 10 章中所解释的,国库券是一种零息票证券,因此它的年度化收益率就等于即期利率。同样,表中 1 年期国库券的 8.3% 的收益率就是 1 年期即期利率。给定这两个即期利率,我们可以算出理论上的 1.5 年期零息票国债的即期利率。理论上的 1.5 年期国债的价格应该等于实际的 1.5 年期付息国债的三个现金流量的现值,而用于折现的收益率就是与该现金流对应的即期利率。以 100 美元为面值,1.5 年期付息国债的现金流如下所示:

$$0.5 \text{ 年 } 0.085 \times 100 \times 0.5 = 4.25 (\text{美元})$$

1.0 年 $0.085 \times 100 \times 0.5 = 4.25$ (美元)

1.5 年 $0.085 \times 100 \times 0.5 + 100 = 104.25$ (美元)

140

表 6—3 20 只假想国债的期限和到期收益率

期限 (年)	息票利率	到期收益率	价格 (美元)
0.50	0.000 0	0.080 0	96.15
1.00	0.000 0	0.083 0	92.19
1.50	0.085 0	0.089 0	99.45
2.00	0.090 0	0.092 0	99.64
2.50	0.110 0	0.094 0	103.49
3.00	0.095 0	0.097 0	99.49
3.50	0.100 0	0.100 0	100.00
4.00	0.100 0	0.104 0	98.72
4.50	0.115 0	0.106 0	103.16
5.00	0.087 5	0.108 0	92.24
5.50	0.105 0	0.109 0	98.38
6.00	0.110 0	0.112 0	99.14
6.50	0.085 0	0.114 0	86.94
7.00	0.082 5	0.116 0	84.24
7.50	0.110 0	0.118 0	96.09
8.00	0.065 0	0.119 0	72.62
8.50	0.087 5	0.120 0	82.97
9.00	0.130 0	0.122 0	104.30
9.50	0.115 0	0.124 0	95.06
10.00	0.125 0	0.125 0	100.00

现金流量的现值为:

$$\frac{4.25}{(1+z_1)^1} + \frac{4.25}{(1+z_2)^2} + \frac{104.25}{(1+z_3)^3}$$

式中:

z_1 ——年度化的 6 个月理论即期利率的一半;

z_2 ——1 年理论即期利率的一半;

z_3 ——1.5 年理论即期利率的一半。

因为6个月即期利率和1年即期利率分别为8.0%和8.3%，我们可知：

$$z_1 = 0.04 \quad z_2 = 0.0415$$

1.5年付息国债的现值可以表示为：

$$\frac{4.25}{(1.0400)^1} + \frac{4.25}{(1.0415)^2} + \frac{104.25}{(1+z_3)^3}$$

因为1.5年付息国债的价格（来自表6—3）是99.45美元，以下等式可成立：

$$99.45 = \frac{4.25}{(1.0400)^1} + \frac{4.25}{(1.0415)^2} + \frac{104.25}{(1+z_3)^3}$$

从中我们可以解出1.5年理论即期利率：

$$99.45 = 4.08654 + 3.91805 + \frac{104.25}{(1+z_3)^3}$$

$$91.44541 = \frac{104.25}{(1+z_3)^3}$$

$$(1+z_3)^3 = 1.140024$$

$$z_3 = 0.04465$$

将这个收益率乘以2，我们就可得出0.0893或8.93%的债券等值收益率，也即1.5年理论即期利率。这个利率是市场上可以应用于1.5年零息票国债的利率，如果这种证券存在的话。

给定1.5年理论即期利率，我们可算出2年理论即期利率。表6—3中2年期付息国债的现金流为：

$$0.5 \text{ 年} \quad 0.090 \times 100 \times 0.5 = 4.50 \text{ (美元)}$$

$$1.0 \text{ 年} \quad 0.090 \times 100 \times 0.5 = 4.50 \text{ (美元)}$$

$$1.5 \text{ 年} \quad 0.090 \times 100 \times 0.5 = 4.50 \text{ (美元)}$$

$$2.0 \text{ 年} \quad 0.090 \times 100 \times 0.5 + 100 = 104.50 \text{ (美元)}$$

则现金流量的现值为：

$$\frac{4.50}{(1+z_1)^1} + \frac{4.50}{(1+z_2)^2} + \frac{4.50}{(1+z_3)^3} + \frac{104.50}{(1+z_4)^4}$$

式中：

z_4 ——2年理论即期利率的一半。

因为6个月即期利率、1年即期利率和1.5年即期利率分别为8.0%、8.3%和8.93%，则有：

$$z_1 = 0.04 \quad z_2 = 0.0415 \quad z_3 = 0.04465$$

因此，2年期付息国债的现值为：

$$\frac{4.50}{(1.0400)^1} + \frac{4.50}{(1.0415)^2} + \frac{4.50}{(1.04465)^3} + \frac{104.50}{(1+z_4)^4}$$

因为2年期付息国债的价格是99.64美元，以下等式成立：

$$99.64 = \frac{4.50}{(1.0400)^1} + \frac{4.50}{(1.0415)^2} + \frac{4.50}{(1.04465)^3} + \frac{104.50}{(1+z_4)^4}$$

求解 2 年理论即期利率:

$$99.64 = 4.32692 + 4.14853 + 3.94730 + \frac{104.50}{(1+z_4)^4}$$

$$87.21725 = \frac{104.50}{(1+z_4)^4}$$

$$(1+z_4)^4 = 1.198158$$

$$z_4 = 0.046235$$

将此收益率乘以 2, 我们就可以得出 9.247% 的 2 年理论即期债券等值收益率。

可以继续用这种方法, 用已经算出的 z_1 、 z_2 、 z_3 和 z_4 (6 个月、1 年、1.5 年和 2 年理论即期利率), 以及 2.5 年期债券的价格和息票利息推导出 2.5 年的理论即期利率。进而可推导出其余 15 个半年的利率。如此得到的即期利率被列示在表 6—4 中。它们代表了 10 年的利率期限结构。

148

表 6—4

理论即期利率

期限 (年)	到期收益率	理论即期利率
0.50	0.080 0	0.080 00
1.00	0.083 0	0.083 00
1.50	0.089 0	0.089 30
2.00	0.092 0	0.092 47
2.50	0.094 0	0.094 68
3.00	0.097 0	0.097 87
3.50	0.100 0	0.101 29
4.00	0.104 0	0.105 92
4.50	0.106 0	0.108 50
5.00	0.108 0	0.110 21
5.50	0.109 0	0.111 75
6.00	0.112 0	0.115 84
6.50	0.114 0	0.117 44
7.00	0.116 0	0.119 91
7.50	0.118 0	0.124 05
8.00	0.119 0	0.122 78
8.50	0.120 0	0.125 46
9.00	0.122 0	0.131 52
9.50	0.124 0	0.133 77
10.00	0.125 0	0.136 23

为什么国债定价必须基于即期利率

金融理论告诉我们，国债的理论价格应该等于其所有现金流量的现值。每个现金流量的现值可以用适当的理论即期利率折现得出。然而，我们还没有阐述确保国债市场价格不太多偏离其理论价格的经济因素。

为说明问题，我们使用表 6—3 所列的 20 个假想国债的数据。该表假定最长期限的债券是 10 年期、息票利率 12.5%、以面值出售、到期收益率为 12.5% 的附息债券。假设一个政府交易商按面值购买该债券并把它利息剥离，然后打算按照表 6—4 所列的与期限对应的到期收益率出售零息票国债。（我们将在第 8 章讨论本息剥离的国债）。

表 6—5 列出了被创造出的每一种零息票国债的价格。每个价格都是来自于剥离国债的现金流量现值。折现现金流的利率都是与证券期限（表 6—3）对应的到期收益率。出售所有这些被创造出来的零息票国债，会得到原始债券每百元面值 104.188 0 美元的价格收入。于是，购买 10 年期、12.5% 息票利率的国债会创造每百元面值 4.188 0 美元的套利利润。

144

表 6—5 来自息票剥离的套利利润示例

期限 (年)	现金流 (美元)	以 12.5% 折现 的现值 (美元)	到期收益率	以到期收益率 折现的现值 (美元)
0.50	6.25	5.882 4	0.080 0	6.009 6
1.00	6.25	5.536 3	0.083 0	5.761 8
1.50	6.25	5.210 7	0.089 0	5.484 7
2.00	6.25	4.904 2	0.092 0	5.221 0
2.50	6.25	4.615 7	0.094 0	4.967 6
3.00	6.25	4.344 2	0.097 0	4.704 0
3.50	6.25	4.088 6	0.100 0	4.441 8
4.00	6.25	3.848 1	0.104 0	4.166 3
4.50	6.25	3.621 8	0.106 0	3.926 7
5.00	6.25	3.408 7	0.108 0	3.693 8
5.50	6.25	3.208 2	0.109 0	3.486 3
6.00	6.25	3.019 5	0.112 0	3.250 2
6.50	6.25	2.841 9	0.114 0	3.040 2
7.00	6.25	2.674 7	0.116 0	2.838 4
7.50	6.25	2.517 4	0.118 0	2.645 1
8.00	6.25	2.369 3	0.119 0	2.478 9
8.50	6.25	2.229 9	0.120 0	2.321 0
9.00	6.25	2.098 7	0.122 0	2.152 8
9.50	6.25	1.975 3	0.124 0	1.993 0
10.00	106.25	31.604 6	0.125 0	31.604 6
总计		100.000 0		104.188 0

为什么政府交易商有机会赚取这个利润，看一下表 6—5 中的第三列。第三列列出了政府交易商购买整个现金流集合（也就是购买债券）而对每一个现金流支付的金额。请看第 4 年的 6.25 美元息票利息。通过购买按收益率为 12.5% 定价的 10 年期国债，政府交易商为购买这笔利息实际支付了用 12.5%（半年利率为 6.25%）折现的金额，即 3.848 1 美元。然而，这个例子假设投资者愿意接受较低的收益率 10.4%（半年收益率为 5.2%）来确定购买 4 年期零息票国债的价格。因此，投资者愿意支付 4.166 3 美元。从这笔利息支付中，政府交易商实现了相当于 4.166 3 美元与 3.848 1 美元之间差额（即 0.318 2 美元）的利润。交易商从所有现金流中得到的利润是 4.188 0 美元。这个利息剥离的例子揭示了部分之和大于整体。

现在假定投资者要求的收益率不是从表 6—3 中看到的到期收益率，而是与表 6—4 所列的理论即期利率相同的收益率。如果我们用这些即期利率折现现金流量，那么出售所有零息票国债的总收入将等于 100 美元，这样一来，利息剥离将不再有利可图。

在我们设定的利息剥离例子中，国债的市场价格是低于它的理论价格的。如果我们假定相反的情况，即国债市场价格高于其理论价格，这时，投资者可购买现金流与被错误定价的附息国债现金流相同的一揽子零息票国债。这样做，投资者将实现比附息国债收益率高的收益率。例如，在我们的例子（表 6—5）中，10 年期国债的市场价格是 106 美元。投资人通过购买表 6—5 所示的，到期日值等于第二列现金流量的 20 种零息票债券，能够做到用 104.188 0 美元而不是 106 美元的成本购买 10 年期的附息国债。

这种利息剥离和重组的做法阻止了根据零息票国债观测的实际即期利率曲线对理论即期利率曲线的大幅度偏离。随着更多的剥离和重组的发生，供需力量将使利率回到它们的理论即期利率水平。这就是国债市场的现实状况。

远期利率

投资期为 1 年的投资者有以下两种选择：

选择 1：购买 1 年期的国库券；

选择 2：购买 6 个月期的国库券，待其到期后，再购买另外一只 6 个月期的国库券。

如果这两种投资方法在 1 年后能带来同样的收益，那么该投资者选择哪一种国库券都无关紧要。这位投资者知道 6 个月国库券和 1 年期国库券的即期利率。然而，他不知道 6 个月后购买的 6 个月期国库券的收益率。在这里，6 个月之后的 6 个月期国库券的收益率叫做远期利率（forward rate）。给定 6 个月国库券和 1 年期国库券的即期利率后，我们可以找出能使这位投资者对两种选择都一视同仁的 6 个月期国库券的远期利率。做到这一点很容易。

然而, 我们需要暂时离题并回忆一下现值和投资的几个关系。第一, 如果你投资于 1 个 1 年期国库券, 在 1 年以后你将收到 100 美元。1 年期国库券的价格为

$$\frac{100}{(1+z_2)^2}$$

式中:

z_2 ——理论 1 年即期利率的债券等值收益率的一半。

第二, 若你以 X 美元购买 6 个月期的国库券, 6 个月以后, 这项投资的价值将为

$$X(1+z_1)$$

式中:

z_1 ——理论 6 个月即期利率的债券等值收益率的一半。

令 f 为 6 个月之后可得到的 6 个月期国库券的远期利率 (表示成债券等值收益率) 的一半。如果 6 个月以后投资者打算购买 6 个月期的国库券以继续投资, 那么 1 年后 X 美元投资的终值将为

$$X(1+z_1)(1+f)$$

第三, 使用这个公式可容易地算出若在 1 年后得到 100 美元, 投资者必须投入的 X 是多少, 如下所示:

$$X(1+z_1)(1+f)=100$$

由此可得

$$X=\frac{100}{(1+z_1)(1+f)}$$

现在我们回到那位投资者的选择上来, 并分析这种情况下的远期利率。如果两种选择都会使投资者 1 年后获得 100 美元, 那么他选择哪一种投资方案其实是无所谓的。如果下面的式子成立, 两种选择结果一样:

$$\frac{100}{(1+z_2)^2}=\frac{100}{(1+z_1)(1+f)}$$

从中求解 f , 得

$$f=\frac{(1+z_2)^2}{(1+z_1)^1}-1$$

将 f 乘以 2 就可以得到 6 个月后的用债券等值收益率表示的 6 个月期国库券的远期利率。

我们用表 6—4 所列的理论即期利率来举例说明这个公式的用法。从表中得知:

6 个月期国库券的即期利率 = 0.080 从而 $z_1 = 0.0400$

1 年期国库券的即期利率 = 0.083 从而 $z_2 = 0.0415$

代入公式有:

$$f = \frac{(1.0415)^2}{1.0400} - 1$$

$$= 0.043$$

于是,以债券等值收益率表示的6个月期国债远期利率是8.6% (0.043×2) 。让我们验证一下这个结果。到期日值为100美元的1年期国库券的价格是:

$$\frac{100}{(1.0415)^2} = 92.19$$

如果以8%的6个月即期利率投资92.19美元,那么6个月以后将获得:

$$92.19 \times 1.0400 = 95.8776$$

如果再将这95.8776美元再投资于即期利率为4.3%(1年为8.6%)的6个月期国库券,1年以后将获得:

$$95.8776 \times 1.043 = 100$$

显然,在6个月以后6个月期的国库券的收益率为4.3%(债券等值基础上的8.6%)的情况下,两种选择都将有相同的100美元的回报。这意味着,如果投资者确信6个月以后6个月期国库券的收益率为4.3%(债券等值基础上的8.6%),两种选择对他来说没有差别。

我们用理论即期利率计算得出的远期利率也叫隐含的远期利率(implied forward rate)。

现在我们可以分析得更深入一些。我们不必局限于6个月后的远期利率,用收益率曲线可以计算投资期内未来任何时间的隐含远期利率。例如可以计算:

- 5年后的2年期隐含远期利率;
- 2年后的6年期隐含远期利率;
- 3年后的7年期隐含远期利率。

即期利率和短期远期利率的关系

148

假定一位投资者以58.48美元购买了一份到期价值为100美元的5年期零息票国债。他也可以购买6个月期的国库券,并将每6个月的收入在5年内重复投资,可实现的收益取决于6个月期国库券的远期利率。若投资者实际上以隐含的6个月远期利率对每6个月的收益做再投资,我们看看5年后的收益是多少。我们用表6—4的收益率曲线计算隐含的6个月远期利率。令 f_t 表示从现在起第 t 个6个月期的远期利率,用表中给出的即期利率计算出的半年隐含远期利率如下:

$$\begin{array}{llll} f_1 = 0.043000 & f_2 = 0.050980 & f_3 = 0.051005 & f_4 = 0.051770 \\ f_5 = 0.056945 & f_6 = 0.060965 & f_7 = 0.069310 & f_8 = 0.064625 \end{array}$$

$$f_9 = 0.062\ 830$$

将 58.48 美元以 6 个月即期利率 4% (用债券等值收益率表示为 8%) 进行第 1 期投资, 用远期利率做再投资, 则 5 年后的累计收入为:

$$58.48(1.04)(1.043)(1.050\ 98)(1.051\ 005)(1.051\ 77)(1.056\ 945) \\ \times (1.060\ 965)(1.069\ 310)(1.064\ 625)(1.062\ 83) = 100(\text{美元})$$

因此我们看到, 如果隐含远期利率可以实现, 以这种方式投资 58.48 美元产生的收益将与按 5 年即期利率投资于 5 年期的零息票国债相同。从这个例子我们可看出, 5 年即期利率与现行 6 个月即期利率以及 6 个月隐含远期利率相关。

一般来说, t 期的即期利率、当前 6 个月期的即期利率和 6 个月期的隐含远期利率之间的关系如下:

$$z_t = [(1 + z_1)(1 + f_1)(1 + f_2)(1 + f_3) \cdots (1 + f_{t-1})]^{1/t} - 1$$

为什么投资者应该关注远期利率? 理由很充分, 因为了解隐含在现行长期利率中的远期利率会对投资决策产生影响。此外, 远期利率对于内含选择权债券的定价是一个关键的输入变量。

例如, 假定一位投资者打算做一项为期 1 年 (2 个 6 个月期) 的投资。当前的 6 个月利率或短期利率 (z_1) 是 7%, 且 1 年 (2 个 6 个月期) 利率 (z_2) 是 6% *。使用前面建立的公式, 该投资者会发现如果购买一只 2 期的证券, 相当于他签署了一份 6 个月以后按 5% 的 6 个月利率借出资金的远期合同。如果投资者确信第 2 期的利率将高于 5%, 那么开始时只买 1 期的证券, 然后在第 1 期结束后将本息所得再做一期投资, 对他来说会更有利。

149

决定期限结构形状的因素

如果我们将不同期限的利率期限结构, 或者到期收益率, 或者即期利率按时间顺序排列并连接成线, 会形成什么形状? 图 6—1 给出了三种形状, 它们都有一定的出现频率。(a) 是一条向上倾斜的收益率曲线, 即收益率随期限的增加稳步上升。这种形状通常称为正常的收益率曲线或向上倾斜的收益率曲线。(b) 是一条向下倾斜的或颠倒的收益率曲线, 收益率随期限的增加而下降。(c) 是一条水平的收益率曲线。

解释这三种形状的主要理论有两个: 预期理论 (expectation theory) 和市场分割理论 (market segmentation theory)。

有三种预期理论: 纯预期理论 (pure expectation theory)、流动性理论 (liquidity theory) 和偏好理论 (preferred habitat theory)。所有这些理论都同意短期远期利率行为的假说, 并且假定当前长期债券的远期利率与市场对未来

* 指每期利率 6%, 也就是年利率 12%。——译者注

来短期利率的预期密切相关。这三种理论的不同之处在于,对是否有其他因素影响远期利率以及如何影响观点不一。纯预期理论主张,除了预期的未来短期利率外,没有别的系统性因素影响远期利率;流动性理论和偏好理论则认为,存在其他影响因素,因此后两者被称为有偏预期理论(biased expectation theory)。

纯预期理论

按照纯预期理论,远期利率只代表预期的未来利率。因此,某个特定时间的整个期限结构就反映了市场当前对未来短期利率的预期。按照这一观点,图6—1所示的上升的期限结构表明市场预期短期利率会在未来相应的时间段内上升,水平的期限结构反映了市场预期未来短期利率大体上是稳定的,而下降的期限结构则反映市场预期未来短期利率会稳步下降。

为阐释纯预期理论,我们将考察预期未来短期利率上升如何影响各种市场参与者的行为,从而形成上升的收益率曲线的情况。假设初始的利率期限结构为水平状,并假定财经报道会使市场参与者预期利率会上升。

150 ●那些原本对长期投资感兴趣的投资者将不再愿意购买长期债券,因为他们预期收益率曲线迟早会上升,会导致债券价格下降并带来持有长期债券的资本损失。于是他们转向短期债务工具,直到收益率曲线上升。上升的收益率曲线使他们可以以更高的收益率再投资。

●当预期利率会上升的投机者预期长期债券的价格将下降时,会卖出他们持有的所有长期债券或者“卖空”手头现在没有的长期债券。(一旦利率如预期的那样上升,长期债券价格便会下降。投机者会卖空债券,然后以较低的价格买入债券以填补卖空的部分,从中赚取利润。)所有出售长期债券或卖空债券取得的收入将投资于短期债务工具。

●想获得长期借款的借款者将会选择现在借款,因为根据预期,以后借款会更昂贵。

所有这些原因将引起对长期债券净需求的减少和长期债券供应的增加,这两种反应将增加对短期债券的需求。市场均衡要求长期收益率相对于短期收益率呈上升趋势;也就是说,投资者、投机者和借款者的这些行为将使期限结构上翘,直至它与预期的更高的未来利率相一致。同理可知,引起对未来利率有下降预期的事件将使收益率曲线向下倾斜。

遗憾的是,纯预期理论有一个严重的缺陷。它忽略了投资于债券和类似证券的内在风险。如果远期利率能完美地预测未来利率,就可以确切地知道债券的未来价格,任何投资期限内的收益率也是确定的,且不依赖于证券的剩余期限以及投资人打算持有的期限。但是,当未来利率不确定从而未来债券价格也不确定时,对这些证券的投资就会成为有风险的投资,因为在一定投资期内的收益率是不确定的。

有两种风险可以导致一定投资期内的收益率不确定。第一种风险是,投资期末债券价格的不确定。例如,一个打算做5年期投资的投资者可考虑以下三种投资方案:(1)投资于5年期债券并持有5年;(2)投资于12年期债

券,在5年后出售;(3)投资于30年期债券,在5年后出售。第二种和第三种方案的投资收益率是未知的,因为第5年末的长期债券价格未知。在投资于12年期债券的方案中,价格将取决于5年后的7年期债券的收益率,而投资于30年期债券的方案,价格将取决于5年后的25年期债券的收益率。因为隐含在当前利率期限结构中的未来7年期债券和未来25年期债券的远期利率并不能完美地预测未来利率,两种债券5年后的价格都是不确定的。因此存在这样的价格风险:投资期末债券的价格比预期的要低。在前面的章节中我们谈到过,价格风险的一个重要特征是它随着债券期限的延长而增加。

第二种风险是,投资期内债券收入再投资的利率的不确定,即再投资风险。例如,一个准备做5年期投资的投资者可能考虑以下三种投资方案:(1)投资于5年期债券并持有5年;(2)投资于6个月期证券,到期时把所得款项在剩余时间内重复投资于6个月期证券;(3)投资于2年期债券,到期后,把所得款项再投资于3年期债券。第二种和第三种方案的风险在于整个5年投资期的收益是未知的,因为所得款项被再投资时的利率是未知的。

经济学家对纯预期理论提出了几种解释。这些解释并不严格一致,主要由于它们对价格风险和再投资风险的看法不同。^[2]

纯预期理论的广义解释认为,不管选择何种期限策略,投资者预期投资期限内的收益是一样的。^[3]例如对一个有5年投资期限的投资者来说,购买5年期、12年期或30年期的债券并持有5年是没什么区别的,因为投资者预期5年后从所有三种债券获得的收益率是相同的。对这种广义解释的主要批评是,由于存在价格风险(由于投资于到期日比投资期限长的债券产生的风险),这三种非常不一样的债券投资方案的预期收益率应当有很大不同。^[4]

第二种解释称为局部预期(local expectation)形式的纯预期理论。该理论认为,从现在起的一个短投资期限内,收益将是相同的。例如一个投资者有6个月的投资期限,那么购买5年期、10年期还是20年期的债券都将产生相同的收益。缩短了期限的局部预期理论已经被证明是惟一可以维持均衡的纯预期理论。^[5]

纯预期理论的第三种解释认为,在某一投资期限内以短期滚动式投资所得的收益率将等于到期期限与投资期限相同的零息票债券的收益率。(零息票债券没有再投资风险,因此超过投资期限的未来利率不影响收益率。)这种解释称为到期收益率预期(return-to-maturity expectation)。例如一个有5年投资期限的投资者,如果购买5年期的零息票债券并持有至到期,其收益率等于到期价值与债券价格的差额除以债券的价格。如果他购买6个月期的证券,并在5年内滚动投资也会取得相同收益,但这种解释的有效性受到很多质疑。

流动性理论

纯预期理论的缺陷在于没有考虑与债券投资密切联系的风险。现在我们需要强调在投资期内,持有长期债券也是有风险的,并且这一风险将随债券

期限的延长而增加，因为期限与价格的波动性是直接相关的。

考虑到这一不确定性以及投资者对不确定性的普遍反感，一些经济学家和金融分析家又提出了不同的理论。该理论认为，只有在长期债券提供的长期利率比平均预期利率高出足够的部分，从而能够补偿投资期限较长带来的风险时（风险溢价与到期期限正相关），投资人才会投资长期债券。^[6]并且，该理论认为远期利率应当反映利率预期和流动性溢价（真正的风险溢价）两部分内容，期限越长，溢价应该越大。

这个理论称为期限结构的流动性理论（liquidity theory of the term structure）。根据这个理论，我们可以知道，隐含的远期利率并非一种市场对未来利率的无偏估计，因为它包含了流动性溢价。因此，向上倾斜的收益率曲线既可反映未来利率上升的预期，也可反映未来利率水平不变（甚至下降）的预期；但是因为收益率曲线包含了随期限延长增长足够快的流动性溢价，结果形成了向上倾斜的形状。

偏好理论

153

偏好理论也采纳了期限结构以反映未来利率变动趋势的预期，同时也反映风险溢价的观点，然而它摒弃了风险溢价必定随期限增长而均衡增加的论断。^[7]这一理论的支持者说，只有当所有投资者都想在第一个可能的时间变现他们所有的投资，而且所有借款者都想要得到长期借款时，这一论断才能成立。但是，考虑到一些机构根据负债的性质决定持有期的事实，很容易驳倒这个假定前提。

偏好理论认为，当一定期限的资金供求出现不平衡时，投资人和筹资人会改变投资期限，结果形成相反的不平衡。当然，人们需要有适当的风险溢价作为补偿。风险溢价的大小取决于人们对价格风险或再投资风险的厌恶程度。

因此这一理论认为，人们对未来利率的预期、或正或负的风险溢价不仅决定了收益率曲线的形状，而且引导市场参与者改变他们的投资偏好。显然，收益率曲线向上倾斜、向下倾斜、水平或隆起都是可能的。

市场分割理论

市场分割理论认为，投资者的投资偏好受制于其负债的性质。该理论还提出，决定收益率曲线形状的主要因素是资产/负债管理约束（法律规定的或自我约束）及贷款人（借款人）将贷款（借款）限制在特定的期限品种上。^[8]市场分割理论与偏好理论的不同之处在于，它假设无论是投资者还是借款者都不愿意改变投资期限，以捕捉由于不同的利率预期和远期利率产生的利润机会。市场分割理论认为，收益率曲线的形状是由不同期限市场上证券的供求决定的。

6.4 小结

154

在所有经济环境中,并非只有一种利率,而是存在一个利率结构。任何两种债券收益率间的差额叫做收益率利差。基准利率是国债的收益率。非国债证券与可比且有活跃交易的国债之间的利差叫做风险溢价。影响利差的因素包括:(1)发行人类型(如政府、公司、市政机构);(2)商业评级公司对发行人信誉的评估;(3)证券期限或到期日;(4)债券内含的选择权(如可提前赎回、可回售或可转换条款);(5)投资人利息收入对于联邦税和地方政府税的缴纳;(6)证券的预期流动性。

收益率和到期期限之间的关系称为利率的期限结构。描述信用质量相同但到期期限不同的债券的收益率之间关系的图形是收益率曲线。因为国债收益率是据以确定非国债收益率的基准利率,所以经常使用的收益率曲线是国债收益率曲线。

用国债收益率曲线确定折现债券现金流的折现率时存在一个问题。每个现金流应该用收到该现金流时适当的利率折现。由于任何债券都可以看做是一揽子零息票证券,所以债券的价值应该等于所有构成它的零息票证券的价值之和。零息票债券的利率叫做即期利率。国债的理论即期利率曲线是用自展的方法从国债收益率曲线中推导出来的。

在一定假设条件下,市场对未来利率的预期可从国债理论即期利率曲线推算出来。得出的远期利率叫做隐含远期利率。即期利率包括当前6个月即期利率和6个月隐含远期利率。

对于利率期限结构的决定因素有几个解释理论:纯预期理论、有偏预期理论(流动性理论和偏好理论)和市场分割理论。所有预期理论都假设一期的远期利率代表了市场对未来实际利率的预期。纯预期理论称这些利率是决定收益率曲线形状的惟一因素。有偏预期理论认为还存在其他决定因素。

【注释】

[1] 在实际操作中,用于构建理论即期利率曲线的证券是最近拍卖的、给定期限的国债。这种债券被称为新发行的国债(on-the-run Treasury issue)。我们将在第8章中解释,市场上实际存在期限大于1年的零息票国债。这些证券不是美国财政部发行的,而是市场参与者们从附息国债中创造出来的。看起来,用观测到的零息票国债收益率构建一条实际的即期利率曲线是合理的。但这种方法存在问题。首先,这些证券的流动性不如附息国债大;其次,某些期限的零息票国债吸引投资者的地方在于,这些投资者可能愿意牺牲收益率以交换与债券期限有关的具有吸引力的特征,这种交易需求会扭曲利率期限结构。

[2] 这方面的表述在下文中进行了归纳: John Cox, Jonathan Ingersoll, Jr., and Stephen Ross, "A Re-Examination of Traditional Hypotheses about the Term Structure of Interest Rates", *Journal of Finance* September 1981, pp. 769-799。

- [3] F Lutz, "The Structure of Interest Rates", *Quarterly Journal of Economics*, 1940—1941, pp. 36—63.
- [4] Cox, Ingersoll, and Ross, pp.774—775.
- [5] Cox, Ingersoll, and Ross, p.788.
- [6] JohnR. Hicks, *Value and Capital*, Second ed. (London: Oxford University Press, 1946), pp. 141—145.
- [7] Franco Modigliani and Richard Sutch, "Innovations in Interest Rate Policy," *American Economic Review*, May 1966, pp. 178—197.
- [8] 该理论在下面论文中提出: J.M.Culbertson, "The Term Structure of Interest Rates," *Quarterly Journal of Economics*, November 1957, pp. 489—504。

第 7 章 债券市场指数

155 弗兰克·K·赖利 (Frank K. Reilly) 博士, 注册金融分析师
圣母大学 (University of Notre Dame) 伯纳德·J·汉克 (Bernard J. Hank) 金融学教授

戴维·J·赖特 (David J. Wright) 博士
威斯康星—帕克赛德大学 (University of Wisconsin-Parkside) 金融学教授

美国未偿付的非市政债券的价值超过了70 000亿美元, 这个数字比美国的股票价值总额还高。在全球资本市场上, 固定收益证券的价值总额也比股票总额高。只有在债券市场还不成熟的新兴市场国家, 这一结果才不成立。既然固定收益市场有如此强大的经济力量, 为何人们对债券市场指数一向缺乏关注和分析呢? 部分原因在于这些指数的历史相当短。比如, 股票市场指数存在了100多年, 而总收益率债券指数直到20世纪70年代才出现, 并且指数范围也仅限于美国投资级债券。专门针对美国高收益债券的指数直到20世纪80年代中期才开始编制, 而当时该债券的市值已经超过3 500亿美元。国际政府债券指数也是在20世纪80年代才出现的。

本章共分4节, 第1节考察债券市场指数的主要用途; 第2节论述与股

票市场指数比较,编制并维护债券市场指数的困难;第3节讨论三种主要的指数类别;第4节将介绍各种债券市场的风险/收益特征,并考察不同债券指数间的相关性。

7.1 债券市场指数的用途

156

以下几条理由可以说明债券市场指数不仅非常重要而且是适时的。第一,由于养老基金与个人的债券投资组合的迅速发展,固定收益共同基金的销售已经连续多年超过股票共同基金。随着债券投资组合数量和规模的增长,投资人以及投资组合经理越来越依赖债券指数,并将它作为衡量绩效的基准(benchmark for measuring performance),据以确定基金的管理费率。针对债券市场总体以及不同的债券子市场(政府债券市场、公司债券市场和抵押债券市场),有不同的债券指数。明智之举是选择能准确反映债券市场状况的那种债券指数。

第二,因为债券指数基金(bond index fund)越来越受欢迎,专门评价债券投资组合绩效的人发现,与股票基金经理类似,大多数债券基金经理也不能跑赢大市。投资于债券指数基金的资金从1984年的30亿美元增长到1999年的2 000亿美元。按照设定的债券市场总规模和增长速度,估计到21世纪初期,债券指数基金可达到3 000亿美元。

对于力图按照指数基金复制绩效的固定收益投资经理来说,指数的变动特征是至关重要的。显然,如果所有指数能够同时移动,那么选择哪一种指数都无关紧要。我们必须检验各种指数间的收益率相关性以及它们的风险/收益特征。对长期指数的风险/收益及相关性进行分析是十分重要的,因为这些指数虽然在长期内有相同的变化趋势,但短期内却可能有明显的不同。

债券指数基金经理需要随时重新调整资产以按债券市场复制资产组合的构成、期限和久期。正如赖利、高和莱特(Reilly, Kao and Wright)指出的,债券市场的结构在20世纪80年代发生了显著的变化,在20世纪90年代又有了进一步的发展。^[1]我们可以用指数记录下影响市场风险和收益特征的债券构成、期限和久期的持续变动。

157

第三,由于债券市场的规模和重要性,对固定收益证券的实质性研究必须持续进行。而债券市场指数能对这些资产的风险/收益以及市场特征提供准确及时的度量。例如,股票指数收益率的时间序列性质已经被广泛地研究过,但对债券却没有这样做。我们的研究表明债券市场指数收益率之间存在着显著的自相关性,通过研究不同期限美国国债的持续表现,可以证明这一点。^[2]

7.2 编制并维护债券指数

为编制股票市场指数，你必须挑选股票样本，决定如何确定成分股权重，并选择计算方法。一旦这样做了，股票拆分带来的调整通常会自动进行，并且对股票定价也就相对容易了，因为大多数成分股在大交易所上市，或者在场外市场有活跃的交易。一旦发行成分股股票的公司有并购事件或业绩有了重大变动，股指成分要做必要的改变。如果没发生这类事情，被选入成分股的股票可能在指数中保留数十年（道琼斯工业平均指数平均每年变更一种股票）。

然而，编制、计算和维护债券市场指数要比股票指数难得多。主要原因是：首先，债券的种类比股票多且差异大。债券包括美国财政部发行的国债、机构债券、市政债券以及跨越几个行业（工业、公用事业和金融业）的公司债券。在公司债券中，根据信用质量，从高信用质量的 AAA 级债券到违约债券又分三六九等。更进一步说，每一种债券按照息票利率、到期日和偿债基金及可提前赎回特征的不同，又可以进一步分类。债券的多样性使债券的总市场指数又进一步分为众多的次级指数，比如美林总指数包括 150 多个次级指数。

其次，所有债券在不断变化。一家公司一般只有一只未偿付的普通股，它的规模可能会由于增发或回购而改变。而一家大公司在任何时点可能有几种未偿付的债券，且这些债券将由于到期日、偿债基金和提前赎回特征而不断变化。未偿付债券的变化特征使确定其市值的工作不那么容易，而确定市值在计算收益率市值权重时又是必需的。

再次，债券价格的波动性因债券种类和期限的不同而不同。在第 5 章中我们指出，债券价格波动性受债券久期和凸性的影响。而这两个因素是随债券期限、息票利率、市场收益率和提前赎回特征的变化而不断变化的。随期限不断变化以及市场收益率的不断波动（这会反过来影响内含可赎回选择权），估算单个债券或总体债券指数的久期、凸性和隐含的波动性就会变得更困难。

158

最后，在单个债券的定价中存在重大问题。单个债券的流动性普遍不如股票。大多数股票在交易所上市交易，或者在活跃的使用电子报价系统的场外市场中（NASDAQ，纳斯达克）交易，而大多数债券是在没有统一报价系统的分割的场外市场上交易。这个问题对公司债券而言尤为尖锐。一些人专门研究了这个问题，并注意到了使用其他信息为债券定价的重要作用。^[3]

7.3 对几种债券指数的描述

这一节将分三部分来介绍全球债券市场的三个主要板块：(1) 美国投资级债券（包括国债）；(2) 美国高收益债券；(3) 国际政府债券。在这三个板块中，我们将分别研究相应指数的所有约束条件及计算过程。

判断或比较债券指数时，有几件事情要高度关注。第一是证券样本（sample of security），包括样本债券的数量和其他可作为样本债券的必备特征，如发行规模和期限。知道何种债券不应该进入指数也很重要。第二是对单个债券的收益率加权方法（weighting of return）。具体讲就是，对收益率是按市值加权还是平均加权？第三，指数使用者必须注意计算中所用的价格数据质量。计算收益率时使用的债券价格是与编制股票指数一样直接取自于最近的实际交易价格，还是来自交易商提供的当前“最优估计价格”？或是来自用“矩阵定价”这种计算机模型测算的价格（该模型根据当前与历史价格数据关系估算价格）？第四，计算期间现金流的收益率时，使用何种再投资假设（reinvestment assumption）。

美国投资级债券指数

有四家公司发布投资级债券市场持续收益率指数，其中三家发布覆盖多种美国债券的综合性指数，这三家公司是雷曼兄弟（Lehman Brothers, LB）、美林（Merrill Lynch, ML）和所罗门美邦（Salomon Smith Barney, SSB）。第四家公司，瑞安研究所（Ryan Labs, RL），专攻政府债券指数系列。

160 表 7—1 总结了所有这四家公司编制并维护的指数特征。四家公司中三家（LB、ML 和 SSB）公司的指数包括为数众多的债券（超过 5 000 种），并且样本分类详细，包括国债、公司债券和抵押贷款支持债券等类别。相反，瑞安指数只局限于国债，而且样本数随未偿付国债的变化而变化（即从 26 种到 118 种）。所有这些指数都要求样本债券的期限至少为 1 年，最小发行规模从 2 500 万美元（ML 和 LB）到 5 000 万美元（SSB）不等，瑞安指数要求的最小国债发行规模更大。所有指数只包括投资级债券（BBB 级以上），并剔除了可转换债券和浮动利率债券。LB、ML 和 SSB 发布的三种大范围指数还剔除了政府鲜花债券，瑞安指数中当然包括这种债券，因为鲜花债券在 20 世纪 50 年代时是政府债券市场的重要组成部分。

有两种计算指数的加权方法，一种是按未偿付债券的相对市值加权（relative market value），另一种是平均加权 [equal weighting，也称为不加权（unweighted）]。按市值加权的优点在于它反映了债券的相对经济重要性，而且对那些对于资产组合内容没有偏好的投资人来说，它是一种合适的加权方

表 7—1
债券市场指数概要

指数名称	样本数	期限	样本规模	加权方法	定价方法	再投资假设	样本种类
美国投资级债券指数							
雷曼兄弟综合	5 000+	1 年以上	1 亿美元以上	市值加权	交易商报价及 模型定价	无	政府、政府机构、公司、抵押和资产支持 债券
美林综合	5 000+	1 年以上	5 000 万美元以上	市值加权	交易商报价及 模型定价	投资于特定债券	政府、政府机构、公司、抵押支持债券
瑞安国债综合	118	1 年以上	所有国债	市值加权	市场价格	投资于特定债券	国债
所罗门美债综合	5 000+	1 年以上	5 000 万美元以上	市值加权	交易商报价	投资于 1 个月国 库券	大部分投资级政府、公司和抵押支持债 券
美国高收益债券指数							
第一波士顿	423	不限	7 500 万美元以上	市值加权	交易商报价	有	综合的并依据级别
雷曼兄弟	624	1 年以上	1 亿美元以上	市值加权	交易商报价	无	综合的并依据级别
美林	735	1 年以上	2 500 万美元以	市值加权	交易商报价	有	综合的并依据级别
所罗门美邦	299	7 年以上	5 000 万美元以上	市值加权	交易商报价	有	综合的并依据级别
全球政府债券指数(指数初始日)							
雷曼兄弟(1987 年 1 月)	800	1 年以上	2 亿美元以上	市值加权	交易商报价	有	综合的并包括 13 个国家和地区及美国政 府债券
美林(1985 年 12 月)	9 736	1 年以上	1 亿美元以上	市值加权	交易商报价	有	综合的并包括 9 个国家和地区及美国政 府债券
JP 摩根(1985 年 12 月 31 日)	445	1 年以上	2 亿美元以上	市值加权	交易商报价	按某种指数	综合的并包括 11 个国家和地区及美国 政府债券
所罗门美邦(1984 年 12 月 31 日)	525	1 年以上	2.5 亿美元以上	市值加权	交易商报价	按当地短期利率	综合的并包括 14 个国家和地区及美国 政府债券

资料来源: Frank K. Reilly, Wenchao Kao, and David J. Wright, "Alternative Bond Market Indexes," *Financial Analysts Journal* 48, no. 3 (May-June, 1992); Frank K. Reilly and David J. Wright, "An Analysis of High Yield Bond Benchmarks," *Journal of Fixed Income* 3, no. 4 (March 1994); Frank K. Reilly and David J. Wright, "Global Bond Markets: An Analysis of Performance and Benchmarks," mimeo (March 1994).

法。尽管如此,一些理论争议也不无道理。实际操作中,在一定的提前赎回可能性、偿债基金条款和赎回条款下,要想紧紧跟踪未偿付债券市值并不是一件易事。另一种方法——平均加权法对于不注重个别债券相对重要性的投资者来说也是合适的。如果随机选择债券,用平均加权法的结果是一样的。而且,平均加权的指数更容易计算且得数不会模棱两可,因为不需要考虑由于提前赎回等原因造成的未偿付债券市值的变动。前三种大样本指数是按市值加权的,瑞安研究所编制的指数既按市值加权也按平均加权。

前面提到过,为债券指数计算收益率的一个主要问题是,大多数债券的连续交易价格无法得到。RL可以得到国债的近期交易价格,SSB可以从它的交易商那里得到所有的价格。交易商的价格可能基于最近的实际交易,也可能来自交易商的当前买入报价,或者是交易商做市时将要报出的价格。LB和ML都把交易商报价和用计算模型得出的矩阵价格结合起来使用。多数债券的价格来自于交易商,所以大多数指数是基于交易商的价格的。

这些指数对期间现金流的处理方法也不相同。ML和RL假定所有现金流都被用来再投资于可产生现金流的债券,SSB假定现金流按照1月期国库券利率做再投资,而LB假设没有资金的任何再投资。显然,立即再投资于相同债券是最激进的假设,不进行再投资是最保守的假设。

美国高收益债券指数

161

关于高收益(high-yield, HY)债券指数有两点值得注意。第一,它们的历史比投资级债券指数短。这并不奇怪,因为几项研究表明,这个市场直到1977年才成为一个可以识别的市场,它的快速成长始于1982年。^[4]因此,高收益债券指数创建于大约1984年是合乎情理的。

第二,前面提到,由于样本规模和特征不断变化以及定价中存在问题,编制和维护债券指数是比较困难的。在高收益债券市场上,这些困难都被放大了,因为这个市场上违约及频繁的赎回使样本变化得更快。此外,在高收益债券市场上遇到的流动性和债券定价问题与政府和投资级公司债券市场相比简直有飞跃性的变化。

如表7—1所示,有四家投资公司编制高收益债券指数(第一波士顿[FB]、雷曼兄弟[LB]、美林[ML]和所罗门美邦[SSB])。^[5]这些投资公司也编制高收益债券的分级指数,即BB级、B级和CCC级债券指数。

表7—1对所有这些指数的特征进行了概括。可以看出,高收益债券指数之间存在明显的不同,投资级债券指数则不然。不同的高收益债券指数包含的债券数量多少不一,比如SSB指数包括299种高收益债券,ML高收益债券指数包括735种债券。样本量的差异部分源于某些指数的期限—规模约束。ML指数之所以包含大量债券样本,是由于它的期限指导原则。该指数要求包括所有1年期以上的高收益债券,而SSB指数只包括7年期以上的高收益债券。

最小发行规模是另外一个重要约束条件。ML 指数要求样本债券的最小发行规模为2 500万美元, SSB 为5 000万美元, FB 为7 500万美元, LB 为1 亿美元。令人感到惊异的是, LB 指数与其他高收益债券指数相比, 债券样本数较大 (624 种), 而它 1 亿美元的发行规模下限又高于所有其他的指数。

值得注意的是, 不同的指数对违约债券的处理方法有很大的不同。ML 从债券违约那天起把该债券从指数中剔除, 而 FB 和 LB 则根据规模和其他约束条件将它们无限期地保留。相反, 所有指数在收益率加权的方法上没有不同, 都按照市值加权。

除 ML 以外, 所有高收益债券指数中的债券都由交易商定价。ML 对一些缺乏流动性的债券使用矩阵定价方法。交易商定价的不足在于, 当债券没有交易时, 所提供的价格是交易商对价格“应该是多少”的最优估计值。矩阵定价同样存在问题, 因为每种债券可能都有没被计算程序考虑到的特征。这意味着从各个交易商处或矩阵定价程序中得到的价格有明显差别。

除 LB 以外, 所有指数都假设对期间现金流做再投资, 但是再投资的利率假设有所不同——或者是某个债券的利率, 或者是平均投资组合的利率, 或者是某种国库券的利率。所有指数的平均期限和久期都与约束条件一致: FB、LB 和 ML 有 1 年或更低的最小久期, SSB 有 7 年的最小久期。

总之, 在样本选取和定价方面, 高收益债券指数之间有很大的区别。这些区别肯定会对指数的风险/收益特征以及指数间的相关性产生重大影响。^[6]

全球政府债券指数

与高收益债券指数相类似, 基于全球政府债券市场的指数也是相对较新的 (开始于 1985 年), 因为 20 世纪 80 年代以前这些市场的利息收入十分有限。从表 7—1 中可以看出, 除了最小发行规模下限从 1 亿美元 (ML) 到 2.5 亿美元 (SSB) 不等之外, 四家投资公司的指数间有大量相似之处, 它们分别由 JP 摩根 (JP)、雷曼兄弟 (LB)、美林 (ML) 和所罗门美邦 (SSB) 发布。对债券发行规模的约束会影响指数的样本数量, 使样本选取的范围从 JP 的 445 种到 ML 的 9 000 多种。除了发行规模和样本数量不同之外, 所有这些指数都按市值加权并由交易商定价, 都假定现金流再投资, 只是对再投资的证券有不同假定。

7.4 风险/收益特征

对各种指数的风险/收益特征的介绍分为两个部分。第一个部分介绍并讨论美国的债券指数, 包括政府债券、投资级债券和高收益债券。第二个部分介绍全球债券市场指数的风险收益特征, 包括收益率用本国货币表示的债券以及用美元表示的债券。

美国投资级和高收益债券

表 7—2 包括 1986—1998 年间,用算术平均法和几何平均法计算的债券指数年收益率及风险。除奥尔特曼(Altman)违约债券指数缺少 1986 年数据以外,

164

表 7—2 美国和全球债券指数的收益率、风险及变动范围,1986—1998 年

	几何平均 年收益	算术平均 年收益	月收益率的 年度化标准差	变异 系数*	最小 年收益	最大 年收益
美国债券指数						
雷曼兄弟政府/公司	9.11	9.28	4.77	0.51	-3.51	19.24
雷曼兄弟政府	8.91	9.07	4.75	0.52	-3.37	18.34
雷曼兄弟公司	9.73	9.94	5.05	0.51	-3.93	22.25
雷曼兄弟抵押	9.04	9.16	3.91	0.43	-1.61	16.80
雷曼兄弟综合	9.08	9.23	4.46	0.48	-2.92	18.47
所罗门美邦广义投资级	9.10	9.25	4.51	0.49	-2.85	18.55
美林高收益主要 (Composite)	11.15	11.58	5.37	0.46	-4.34	34.58
雷曼兄弟 BB 级高收益	11.49	11.77	4.93	0.42	-0.39	25.03
雷曼兄弟 B 级高收益	10.69	11.32	7.04	0.62	-8.62	43.28
雷曼兄弟 CCC 级高收益	8.67	11.16	12.05	1.08	-22.64	83.16
奥尔特曼违约 (1987—1998 年)	6.87	9.21	14.07	1.53	-26.91	43.10
美林全球债券指数						
(美元)						
美林全球	10.37	10.58	6.71	0.63	1.69	22.96
美林全球(除美国)	11.92	12.54	10.91	0.87	-4.12	35.93
加拿大	10.14	10.53	8.80	0.84	-9.77	23.68
法国	13.25	13.83	11.19	0.81	-6.83	33.83
德国	10.86	11.66	12.08	1.04	-9.04	37.52
日本	11.23	12.33	14.80	1.20	-14.21	40.05
英国	13.44	14.23	13.64	0.96	-3.76	46.31
美国	8.91	9.08	4.87	0.54	-3.35	18.45
美林全球债券指数(本 国货币)						
加拿大	10.94	11.13	6.14	0.55	-4.33	21.28
法国	10.70	10.88	4.29	0.39	-4.37	20.21
德国	7.65	7.76	3.06	0.39	-1.26	16.03
日本	6.39	6.52	4.86	0.75	2.92	13.45
英国	12.22	12.45	6.88	0.55	-5.65	21.20

* 变异系数 = 年度标准差 / 年度算术平均收益率

其他指数数据均从1986年开始。表中列出了美国投资级债券的雷曼兄弟指数系列,因为该指数系列显示所有投资级债券指数间都是高度相关的。^[7]之所以列出SSB广义投资级指数(broad investment-grade, BIG)是由于它被普遍使用。

在浏览表7—2和图7—1时,有两件事会让我们惊讶。第一件事是13年中的平均高收益率水平。13年中,投资级债券的平均年收益率约10%,高收益债券则达到12%。

165

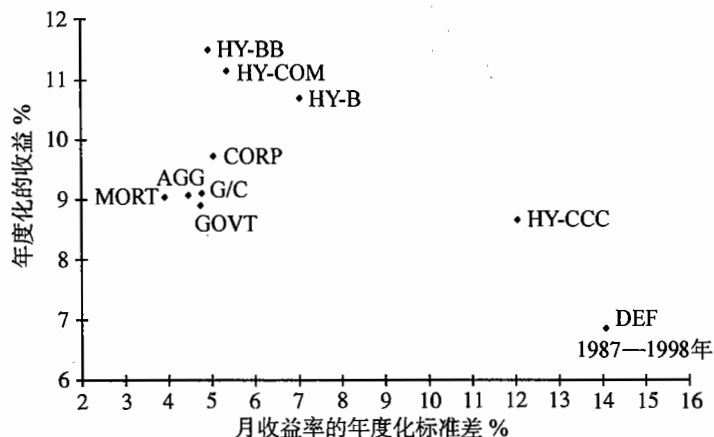


图 7—1 美国国债指数的几何平均收益率及标准差, 1986—1998 年

第二件事是收益和风险(用年度收益率标准差衡量)的关系与预期大体一致。一般而言,投资级债券指数的风险和收益低一些,而高收益债券指数的风险和收益较高。主要偏差出自风险非常高的债券上(CCC级债券和违约债券)。这些债券的收益率与高收益债券大体一致,但风险却远远高于后者。^[8]BB级债券的情况又好得出奇。它们的收益率类似于其他高收益债券,但风险却与投资级债券相似。

全球政府债券

我们将从两个角度考查全球政府债券指数的风险收益结论:收益率用本国货币表示或用美元表示。图7—2显示,对不同国家来说,用当地国家货币表示债券指数时,风险与收益的关系是一致的。德国政府债券的风险和收益最低,英国政府债券的收益率较高(约12%,而德国为7.5%),同时风险也较高(约7%,德国为3%)。惟一偏离主要证券市场线的国家是日本,其政府债券风险居中但收益率却非常低(低于5%)。

166

图7—3描绘了以美元表示的各国政府债券的风险/收益特征。从图中可清楚地看出折算为美元之后这些特征有了很大的变化。具体而言,美国政府

债券市场明显是具有最低的风险/收益的市场,然后是加拿大,而其他的四个国家(法国、德国、日本和英国)的政府债券都有较高的收益率(美国和加拿大为9%~10%,其他四个国家为11%~13%)和较大的风险(美国和加拿大为5%~9%,其他国家为11%~15%)。在这段时期中,法国政府债券的风险/收益比最好。

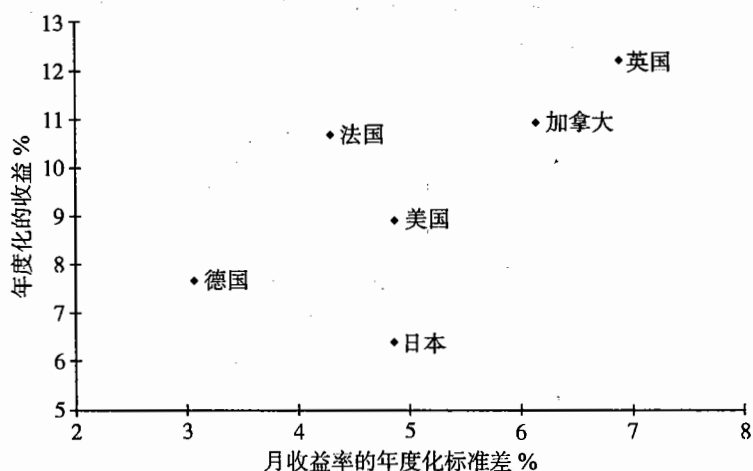


图 7—2 以本国货币表示的各国政府债券指数的几何平均收益率及标准差,1986—1998 年

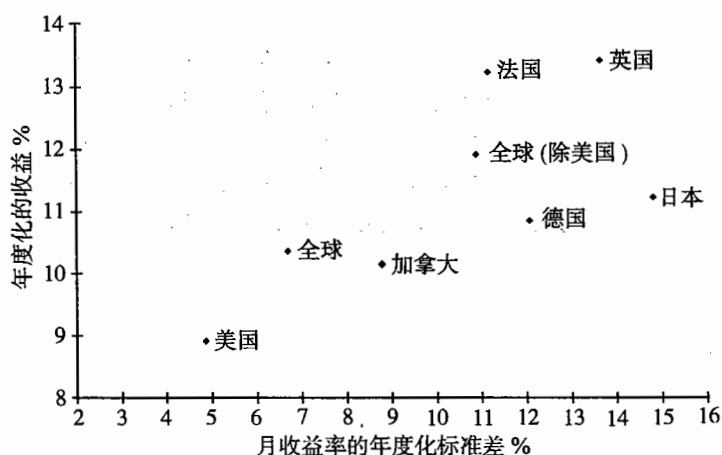


图 7—3 以美元表示的各国政府债券指数的几何平均收益率及标准差,1986—1998 年

除了单个国家的指数之外,还存在包括和不包括美国在内的两个全球指数。值得注意的是,这两个指数都等于或高于平均值,这可能是因为全球的分散而降低了风险。

7.5 相关关系

相关性同样分为两个部分加以介绍：美国债券市场的结论和全球债券市场的结论。

美国投资级债券和高收益债券

167 表 7—3 中的各种相关系数证实了人们对各债券市场之间相关性的预期，但也有一些例外。符合预期的是五个投资级债券指数之间的相关性。因为都是投资级债券，意味着违约的可能性很小，影响收益率的主要因素就是以国债收益率曲线为基础的利率变动。既然决定因素相同，自然有高度相关性。尤其是雷曼兄弟指数之间的相关度高达 0.90~0.99，但其抵押贷款支持债券指数与其他指数间的相关性要低一些，这主要受抵押债券中内含可提前赎回选择权的影响。SSB 的 BIG 指数与其他指数的相关性有点低，因为这个指数中的债券的平均期限较长。

168 表 7—3 美国债券指数月收益率的相关系数,1986—1998 年

	雷曼兄弟 政府/公司	雷曼 兄弟 政府	雷曼 兄弟 公司	雷曼 兄弟 抵押	所罗门 美邦 BIG	美林 高收益 主要	雷曼兄 弟 BB 级 高收益	雷曼兄 弟 B 级 高收益	雷曼兄 弟 CCC 级 高收益	奥尔 特曼 违约
雷曼兄弟政府/公司	1.000									
雷曼兄弟政府	0.996*	1.000								
雷曼兄弟公司	0.970*	0.943*	1.000							
雷曼兄弟抵押	0.907*	0.895*	0.905*	1.000						
所罗门美邦 BIG	0.870*	0.873*	0.826*	0.845*	1.000					
美林高收益主要	0.390*	0.333*	0.520*	0.404*	0.344*	1.000				
雷曼兄弟 BB 级 高收益	0.543*	0.491*	0.656*	0.530*	0.455*	0.882*	1.000			
雷曼兄弟 B 级 高收益	0.303*	0.251*	0.425*	0.337*	0.284*	0.955*	0.852*	1.000		
雷曼兄弟 CCC 级 高收益	0.147	0.099	0.265*	0.191*	0.140	0.843*	0.687*	0.867*	1.000	
奥尔特曼违约 (1987—1998 年)	-0.124	-0.171*	-0.009	-0.056	-0.134	0.551*	0.395*	0.553*	0.587*	1.000

* 显著性为 5%。

高收益债券的相关性则有两种截然不同的模式。第一,高收益债券指数之间的相关性非常高,相关系数的范围介于0.84~0.96之间。第二,不同的投资级债券和高收益债券之间的相关性较低且变化范围非常大,一般介于0.10~0.66之间。这不足为奇,因为BB级债券和投资级债券之间具有最高的相关性,而投资级债券和CCC级债券之间的相关性最低(少数例外无关紧要)。

违约债券的相关性是独特的。违约债券和投资级债券之间的相关性通常为负值但是不显著。相反,违约债券和各种高收益债券之间的相关性相当高,一般都超过了B级、CCC级债券与投资级债券之间的相关性。

全球政府债券的相关性

讨论将再次分为两个部分,分别从本国货币和美元角度考察。表7—4显示了以本国货币表示的各国政府债券收益率之间的相关关系。加拿大的政府债券与所有非美国国家的政府债券之间的相关性比较相似(大约为0.40),而美国—加拿大相关性大约为0.70。与之相似,法国的政府债券除了与德国(法国在欧洲的主要贸易伙伴)政府债券有较高的相关性之外,与所有其他国家的相关性都相当相似。日本政府债券和欧洲国家政府债券的相关性介于0.30~0.43之间,而与美国政府债券的相关性仅为中等程度的0.38,尽管日本和美国是重要的贸易伙伴。

169

表 7—4 以本国货币表示的全球政府债券月收益率的相关系数,1986—1998 年

	瑞安 美国	美林 加拿大	美林 法国	美林 德国	美林 日本	美林 英国	美林全球 (除美国)	美林 全球
瑞安美国	1.000							
美林加拿大	0.708	1.000						
美林法国	0.483	0.396	1.000					
美林德国	0.485	0.423	0.745	1.000				
美林日本	0.379	0.327	0.294	0.434	1.000			
美林英国	0.488	0.503	0.557	0.621	0.377	1.000		
美林全球 (除美国)	0.301	0.249	0.182	0.350	0.491	0.328	1.000	
美林全球	0.596	0.449	0.308	0.451	0.539	0.432	0.943	1.000

注:所有的相关系数显著性为5%。

美林全球收益率用美元表示。

171

表 7—5 包括折算为美元的各国债券收益率之间的相关性。结果既不同于以本国货币表示的结果,也不同于正常的预期。一般来说,由于汇率随机变动的影响,把一国货币折算为美元之后相关性就下降了。这些国家的政府债券和美国政府债券的相关性也发生了同样的变化:加拿大、德国和日本与美国的相关性有很大变化,但是法国、英国与美国的相关性变化不大。相反,欧洲国家政府债券之间以及它们与日本政府债券之间的相关性都有了较大的提高——一般都提高了 0.20 以上。例如,法国和德国政府债券之间的相关性从 0.75 提高到了 0.95。这表明这段时期内它们的汇率相关性十分高,成为收益率相关性变强的原因。值得注意的是,接近分析期结束时,欧元被引入了。

170

表 7—5 以美元表示的全球政府债券月收益率的相关系数,1986—1998 年

	瑞安 美国	美林 加拿大	美林 法国	美林 德国	美林 日本	美林 英国	美林全球 (除美国)	美林 全球
瑞安美国	1.000							
美林加拿大	0.533*	1.000						
美林法国	0.327*	0.140	1.000					
美林德国	0.277*	0.123	0.949*	1.000				
美林日本	0.186*	0.102	0.616*	0.640*	1.000			
美林英国	0.341*	0.291*	0.633*	0.625*	0.515*	1.000		
美林全球 (除美国)	0.301*	0.216*	0.816*	0.834*	0.928*	0.732*	1.000	
美林全球	0.598*	0.360*	0.793*	0.792*	0.851*	0.718*	0.943*	1.000

* 显著性为 5%。

7.6 结论

对分析债券或管理债券投资组合的人来说,债券市场指数是一个相对较新且非常重要的要素。它们有几种重要的用途:作为绩效评价标准;作为要投资于债券指数基金的投资者的参考标准;作为确定固定收益资产风险/收益特征和相关性的工具;作为资产配置决策的输入变量。显然,尽管编制和维护债券指数有很多困难,但值得努力。

对不同债券指数的风险/收益特征的简要分析表明,大多数指数具有与预期相符的结论。例外的是风险非常高的证券(CCC 级和违约债券)和低风险的高收益债券(BB 级债券)。对全球政府债券指数的分析结论很大程度上受货币形式的影响。除了日本政府债券的风险/收益低于市场线外,用本国货币

分析得到的结论是一致的。用美元分析的结论在风险和收益关系方面是完全一致的,差不多所有的国家尤其是法国都受益于弱势美元。全球指数略高于平均线,显然归因于全球多样性带来的益处。

对美国债券指数相关性的分析证实了早先的研究,即无论是在投资级债券指数系列内部,还是在高收益债券指数系列内部,都有非常高的相关性(通常介于0.90~0.99之间)。反之,投资级债券和高收益债券之间的相关性较低(相关度一般介于0.20~0.40之间)。违约债券和投资级债券之间没有相关性,但它与高收益债券之间的相关性很强。

以本国货币表示的全球指数之间的相关性一般都较低(约为0.40),但美国—加拿大和法国—德国除外(约为0.70)。当我们从美元角度来考察收益时,这些相关性就改变了。具体而言,所有国家和美国政府债券的相关性下降了约0.20,而许多非美国国家政府债券之间的相关性升高了大约0.20,这是由于这段时期内的美元弱势影响了这些国家。

最后需要提醒的两点是,第一,请记住,由于分析期较短(13年),许多关于风险/收益以及相关性的实证分析结果的显著性被降低了。第二,即使这些分析结果不如人们预期的那样有说服力,但现在对债券市场进行这样的分析还是可行的,因为已经有大量的、构造良好的、品种多样的债券指数。对于投资人以及基金管理人来说,对债券市场及其子市场进行这样的分析是至关重要的,这有助于他们进行有效的资产配置和作出正确的组合决策。

172

【注释】

[1] Frank K. Reilly, Wenchao Kao and David J. Wright, "Alternative Bond Market Indexes", *Financial Analysts Journal* 48, no. 3 (May/June 1992), pp. 44 - 58.

[2] 同上。

[3] 对这个问题,参见 Kenneth P. Nunn, Jr., Joanne Hill, and Thomas Schneeweis, "Corporate Bond Price Data Sources and Return/Risk Measurement", *Journal of Financial and Quantitative Analysis* 21, no. 2 (June 1986), pp. 197 - 208; 以及 Oded Sarig and Arthur Warga, "Bond Price Data and Bond Market Liquidity", *Journal of Financial and Quantitative Analysis* 24, no. 3 (September 1989), pp. 367 - 378.

[4] Edward I. Altman, "Revisiting the High Yield Bond Market", *Financial Management* 21, no. 2 (Summer 1992), pp. 78 - 92; Rayner Cheung, Joseph C. Bencivenga, and Frank J. Fabozzi, "Original-Issue High Yield Bonds: Historical Return and Default Experiences 1977-1989", *Journal of Fixed Income* 2, no. 2 (September 1992), pp. 58 - 76; Martin S. Fridson, "The State of the High Yield Bond Market: Overshooting or Return to Normalcy?", *Journal of Applied Corporate Finance* 7, no. 1 (Spring 1994), pp. 85 - 97.

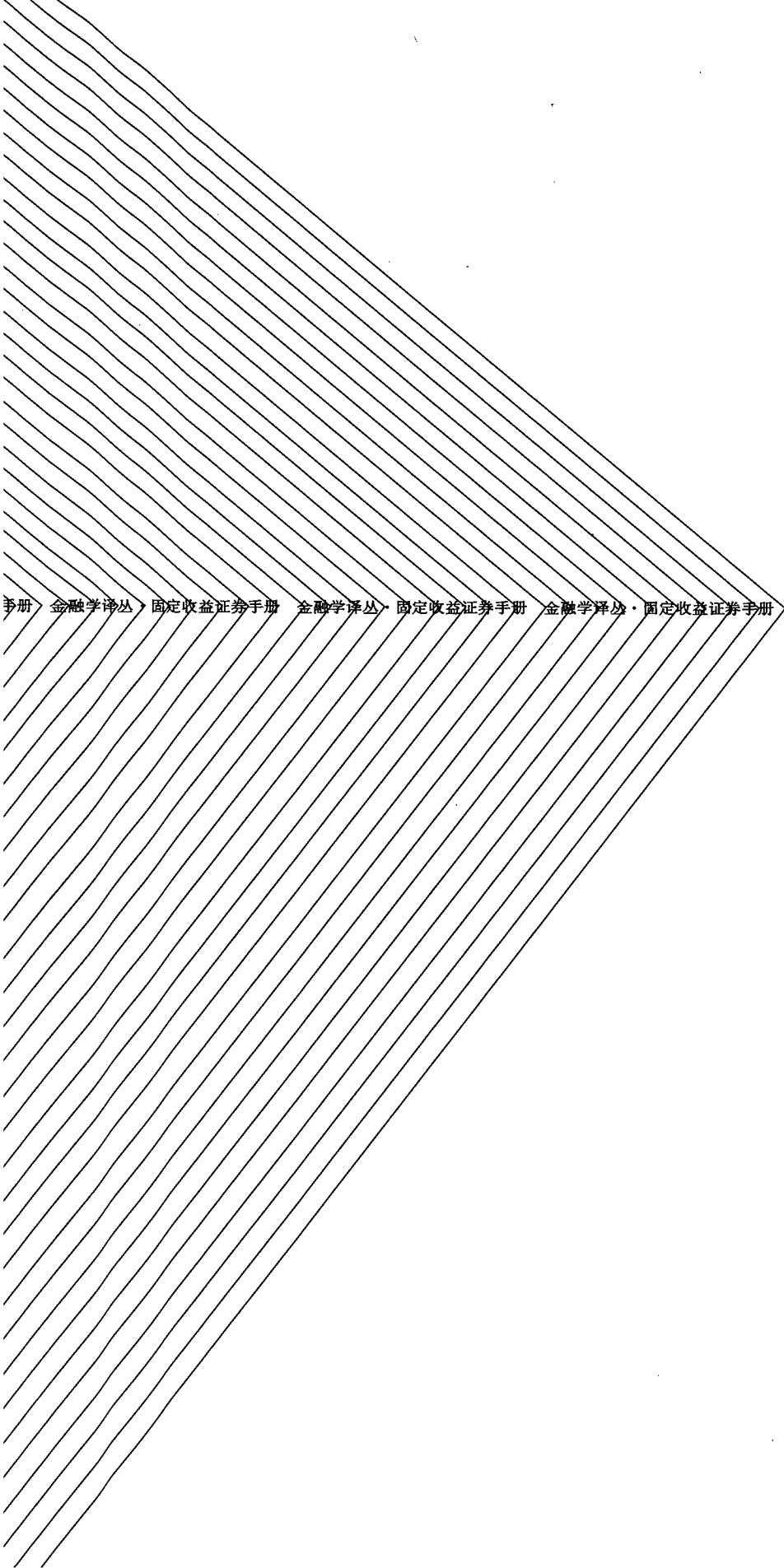
[5] 德雷克塞尔·伯纳姆(Drexel Burnham)也创建了一个指数,这个指数在1989年被废止了。布卢姆和凯姆(Blume and Keim)创建了一个指数,但是随后被SSB指数替代。另外还有一个由利普分析机构(Lipper Analytical)创建的高收益债券共同基金指数。

[6] 对各种高收益债券指数的详细分析见 Frank K. Reilly and David J. Wright, "An Analysis of High-Yield Bond Benchmarks", *Journal of Fixed Income* 3, no. 4 (March

1994), pp.6-25。

[7] 参见 Reilly, Kao and Wright, 文章同[1]。

[8] 对违约债券的详细分析见 Frank K. Reilly, David J. Wright and Edward I. Altman, "Including Defaulted Debt in the Capital Markets Asset Spectrum," *Journal of Fixed Income* 8, no.3(December 1998): 33-48.



第2部分

政府和私人 债券

手册 · 金融学译丛 · 固定收益证券手册 金融学译丛 · 固定收益证券手册 金融学译丛 · 固定收益证券手册

第 8 章 美国国债和机构债券*

弗兰克·J·法博齐博士，注册金融分析师，注册会计师
耶鲁大学管理学院金融学兼职教授

迈克尔·J·弗莱明 (Michael J. Fleming) 博士
纽约联邦储备银行 (Federal Reserve Bank of New York) 高级经济学家

175 美国国债 (U.S. Treasury security) 是由美国财政部发行的美国政府的直接债务。由于它们得到了信用等级非常高的美国政府的支持，因此被认为无信用风险。国债被市场参与者广泛地用于对其他证券进行定价、设定套期保值头寸，以及评估市场未来的发展。机构债券 (agency security) 与之相反，它是由作为美国政府的一部分的或由美国政府发起的联邦机构的债务。机构债券通常并没有明确的政府支持，尽管如此，人们仍然认为它的信用风险较低。在这一章中，我们将讨论美国国债和机构债券。

* 本章的观点不代表美联储或者纽约联邦储备银行的观点。

8.1 国债

176

美国国债因为下面几个原因在金融市场中扮演了一个突出的角色。首先,国债是由联邦政府发行的,被认为无信用风险。为偿付到期债务和筹集所需资金而进行的国债发行,已经创造了一个总价值达32 000亿美元规模(1999年6月30日)的可流通的国债市场。^[1]国债的这样的信用度和供给已经创造出了一个全天候的具有高流动性的二级市场,并且这个市场具有很高的交易活跃度和较小的买卖价差。这些特点使得国债成为基准债券,可以用来为其他固定收益债券定价,确定套期保值头寸,评估市场对未来经济和政策发展的看法。

持有国债的另外一个原因是,它们的利息收入免交州和地方所得税。但是许多最大的国债持有者并没有因此而得益,这是因为它们本来就不必交纳州和地方所得税。截至1998年12月31日,外国和国际投资者持有34%的国债,州和地方财政持有13%,联邦储备银行持有12%。^[2]剩余的41%的公共债券分别由银行和保险公司(11%)、其他金融机构(14%)、其他公司(7%)以及个人(9%)持有。

国债的类型

国债一般以贴现债券(discount security)或息票债券(coupon security)的形式发行。贴现债券在到期日支付一个固定的金额,叫做面值(face value或par value),不支付利息。贴现债券之所以这么命名,是因为它们以低于面值的价格发行,投资者的收益是面值和发行价格之间的差异。息票债券以一定的利息率发行,每6个月支付一次利息,在到期日以面值(或本金值)赎回。息票债券以一个接近于面值的价格发行,投资者的主要收益是债券存续期中所得到的息票收入。

财政部发行的票面期限为1年或者1年以下的债券以贴现债券的形式出现,这些债券被称为国库券(Treasury bill)。财政部通常发行期限为13周(3个月)、26周(6个月)和52周(1年)的国库券,还发行具有各种到期期限的现金管理国库券。1999年6月30日,国库券在32 000亿美元未偿付的可流通的国债中占6 480亿美元(20%),如表8—1所示。

那些票面期限超过1年的债券以息票债券形式发行。票面期限超过1年但不超过10年的息票债券,被称为中期国债(Treasury note)。票面期限超过10年的息票债券被称为长期国债(Treasury bond)。财政部通常发行票面期限为2年、5年和10年的中期国债,以及票面期限为30年的长期国债。一些已经发行的国债是可提前赎回的,自1984年开始,财政部再没有发行

新的可提前赎回的国债。1999年6月30日，在未偿付的可流通国债中，中期国债占19 000亿美元（57.8%），长期国债占6 330亿美元（19.6%）。

表 8—1 可流通的美国国债

177

发行类型	债券类型	发行	未偿付的数量 (1999年6月30日)
国库券	贴现债券	现金管理、13周、 26周、52周	6 480 亿美元
中期国债	息票债券	2年、5年、10年	18 690 亿美元
长期国债	息票债券	30年	6 330 亿美元
通胀指数国债	息票债券	10年、30年	850 亿美元

资料来源：Department of the Treasury, Monthly Statement of the Public Debt for amounts outstanding (www.publicdebt.treasury.gov/opd/opddload.htm).

1997年1月，财政部开始发行通胀指数债券。这些债券的本金因考虑了通货膨胀而采用消费物价指数进行调整。半年的利息按通胀调整的债券本金的一个固定比例支付，而通胀调整的债券本金在到期日支付。1999年6月30日，在未偿付的可流通国债中通胀指数中期和长期债券占850亿美元（2.6%）。这些债券将在第13章中详细讨论，下面我们集中讨论名义（固定利率）国债。

国债的一级市场

可流通的国债通过密封投标在一级市场销售，进行单一价格拍卖（single-price auctions）[或统一价格拍卖（uniform price auctions）]。每次拍卖都提前几天通过财政部的新闻发布会或记者招待会宣布。这种公告不仅会提供详细的说明，包括提供的数量、提供的国债的期限和类型，而且会描述一些拍卖规则和程序。

178

国债拍卖对所有的经济实体开放。投标数必须是1 000美元的倍数（最小1 000美元），并提交给一家联邦储备银行（或分行）或是财政部的公共债务局。竞争性投标必须以收益率的形式进行，并且必须在拍卖日美国东部时间下午1:00之前提交。非竞争性投标必须在拍卖日中午之前提交。尽管大多数投标（或正式提出购买）通过电子方式提交，但竞争性和非竞争性投标也能够以文件的形式提交。^[3]

能够接受的来自公众的非竞争性投标金额上限，对国库券来说是100万美元，对息票债券来说是500万美元。从最低收益率（即最高的价格）开始，直到投标累积数量恰好超过国债拍卖数量（减去非竞争性投标的数量）时的竞争性投标收益率都被接受。被接受的最高的收益率称为停止收益率

(stop-out yield)。所有被接受的投标(竞争性和非竞争性)都是以停止收益率决标。不存在可接受的收益率上限,财政部不会根据投标的强度来增加或减少供应的规模。

历史上,财政部通过多重价格拍卖(multiple-price auctions)[或歧视价格拍卖(discriminatory auction)]的方式拍卖国债。在多重价格拍卖时,财政部仍旧接受最低收益率投标,直到卖出所供应数量的全部国债(减去非竞争性投标数量),但是所接受的投标是以一些特定的收益率决标,而不是以停止收益率。非竞争性投标是以所接受的竞争性投标的加权平均收益率而不是以停止收益率决标。1992年9月,财政部开始为2年和5年期的中期国债进行单一价格拍卖。1998年11月,财政部在所有的拍卖中采纳了单一价格方法。

在下午1:00这个最后期限截止后的一个小时内,财政部会宣布拍卖的最终结果。所宣布的结果包括停止收益率、相关价格,以及那些刚好以停止收益率中标的投资者所获国债的比例。同时也宣布非竞争性投标的数量、投标收益率的中位数,以及总的公众投标数量与公众中标数量的比例[被称为认购倍数(bid-to-cover ratio)]。对于中期国债和长期国债来说,宣布的内容还包括新国债的息票利率。息票利率是以成功投标者的中标收益率估算出的价格最靠近面值(但不高于面值)的那个利率(以1个百分点的1/8为增量)。

中标者可以在发行日通过一个联邦储备账户或在其自己的金融机构账户进行支付,也可在投标时完全支付。可流通的国债以记账式发行,并被记录在由联邦储备银行运营的商业簿记系统中或记录在公共债务局的国债直接簿记系统中。

一级交易商

179

当一级市场对所有投资者开放时,一级政府债券交易商(primary government securities dealers)扮演着一个专门的角色。一级交易商是纽约联邦储备银行(Federal Reserve Bank of New York)在其公开市场操作过程中可以与之直接互相交易的一些公司。这些公司包括大型的分散化证券公司、货币中心银行、专业化证券公司,它们可以是外国的公司也可以是美国的公司。根据其职责,一级交易商有义务参加债券拍卖活动,为联邦储备银行纽约分行提供一个健康合理的市场交易平台,并向联邦储蓄委员会提供市场信息和评论。交易商也必须维持规定的资本标准。表8-2中列出的是截至1999年9月1日的30个一级交易商。

历史上,国债拍卖规则以倾向于方便一级交易商的方式进行投标。然而1991年8月,所罗门兄弟公司(Salomon brothers Inc.)承认自己故意和一再违反了拍卖规则。虽然这个规则不允许任何投标者获得超过总发行量35%的债券,但所罗门兄弟公司通过代表它们的客户来做未被授权的投标而积累了大量的头寸。在1991年2月21日进行的5年期中期国债的拍卖中,所罗门投标总量达到了本期国债发行总量的105%(包括两个未被授权的客户的投标),中标量达发行量的57%。1991年末,规则发生了变化,变化后的规则允许任何政府证券经纪人或交易商可以代表客户提交投标,以方便非一级

交易商的竞争性投标。^[4]

拍卖进度表

为了将拍卖环境的不确定性减到最小程度,减少借款成本,财政部定期地发行债券,预计的时间进度表显示在表 8—3 中。13 周和 26 周国库券每周都能发行。星期四宣布拍卖,而实际拍卖则在下一周的星期一,并且在紧接着的星期四发行(宣布拍卖之后的一周)。52 周国库券每 4 周发行一次,星期四宣布拍卖,而实际拍卖在下一周的星期二,并且在紧接着的星期四发行(宣布拍卖后的一周)。现金管理国库券在需要时一般通过财政部的短期现金流需求而发行,因此没有一个规定的时间表。

2 年期的中期国债每个月发行一次。星期三宣布要进行拍卖,而实际拍卖在下一周的星期三,并且在本月的最后一天发行(或者在下个月的第一天)。

剩下的息票债券可以作为财政部的季度换新债券的一部分于 2 月、5 月、8 月和 11 月发行。财政部会在债务换新月的第一个星期三举行的记者招待会(或者在前述月份的最后一个星期三)上宣布即将进行的拍卖细节。拍卖在下一周的星期二(5 年)、星期三(10 年)和星期四(30 年)进行,在债务换新月的第 15 日发行。5 年和 10 年中期国债在每一次债务换新时提供,而 30 年长期国债只在 2 月和 8 月债务换新时提供。

表 8—2 截至 1999 年 9 月 1 日的一级政府债券交易商

荷银证券公司	格林威治资本市场公司
Aubrey G. Lanston 有限公司	汇丰证券(美国)有限公司
美银证券 LLC 公司	JP 摩根证券公司
第一资本市场公司 LLC	雷曼兄弟公司
巴克莱资本公司	美林政府证券公司
贝尔斯登有限公司	摩根斯坦利公司
大通证券公司	Nesbitt Burns 证券公司
CIBC Oppenheimer 公司	野村国际证券公司
瑞士信贷第一波士顿公司	普惠公司
大和证券美国有限公司	Paribas 公司
德意志银行证券公司	培基证券公司
帝杰证券公司 (Donaldson, Lufkin & Jenrette)	SG Cowen 证券公司
Dresdner Kleinwort Benson 北美 LLC	所罗门美邦公司
富士证券公司	华宝德威公司 LLC
高盛公司	Zions 第一国家银行

资料来源: Federal Reserve Bank of New York (www.ny.frb.org/pihome/news/announce/)。

当财政部试图寻求一个有规律的发行周期时，它的借款需求将随着时间的改变而改变。最近，改善的财政形势已经减少了财政部借款的需求，这导致了发行量的减少和未偿付的国债存量的下降。^[5]为了维持大规模的、流动性的债券发行，财政部在1998年削减了3年期中期国债的定期发行，减少了5年期中期国债的发行，从每月一次变为每季度一次。在1999年8月每季度的债务换新记者招待会上，财政部宣布30年期长期国债的发行将从一年三次削减为一年两次，并且正在考虑减少52周国库券和2年期中期国债的发行频率。

另外，为了维持一个稳定的发行周期，财政部试图维持具有相同到期期限的债券发行规模不变。从表8—3可以看出，1999年8月，13周和26周国库券的公开发行业务规模为75亿美元~80亿美元，52周国库券为100亿美元，2年和5年期中期国债为150亿美元，10年期中期国债为120亿美元，30年期长期国债为100亿美元。^[6]最近几年发行规模已经下降了，特别是对于国库券，例如13周国库券的发行规模已从1996年和1997年早期的110亿美元~140亿美元下降到1999年的75亿美元~80亿美元。

增发

财政部在发行新债券时，有时会同时增量发行已有的债券。这种增量发行称为增发。最近，财政部实行每次发行13周国库券的同时，增发一种先前已经发行的26周国库券；每第四次发行26周国库券的同时，增发先前已经发行的52周国库券。与之相反，息票债券为了扩展发行规模和改善流动性，只是在一个特别的前提下增发。1998年，曾经增发过两种固定利率息票债券：1997年11月发行的30年长期国债在2月份的拍卖中被增发；5月份发行的10年期中期国债在8月份的拍卖中被增发。

表 8—3 美国国债的拍卖进度表

本表显示的是1999年8月7个定期发行的债券的发行频率和典型的发行规模。公开发行的规模不包括发行给联邦储备银行债务换新的数量，也不包括发行给其账目在联邦储备银行的外国和国际货币当局的债券。

国债	发行频率	公开发行业务规模
13周国库券	每周	75亿美元~80亿美元
26周国库券	每周	75亿美元~80亿美元
52周国库券	每4周	100亿美元
2年期中期国债	每月	150亿美元
5年期中期国债	每季度	150亿美元
10年期中期国债	每季度	120亿美元
30年期中期国债	每半年	100亿美元

资料来源：Bloomberg for issue sizes.

国债的二级交易不是在一个有组织的交易所，而是在一个有众多交易商的场外市场进行的。交易在三个主要的交易中心——东京、伦敦和纽约连续不断地进行。如图 8—1 所示，大多数主要的交易发生在纽约交易时间，大约为美国东部时间上午 7:30 至下午 5:00。主要的交易商是做市商，他们直接按照报出的买卖价格与客户进行国债交易。据报道，1999 年上半年，一级交易商每天在二级市场的平均交易量达到了 1 980 亿美元。^[7]

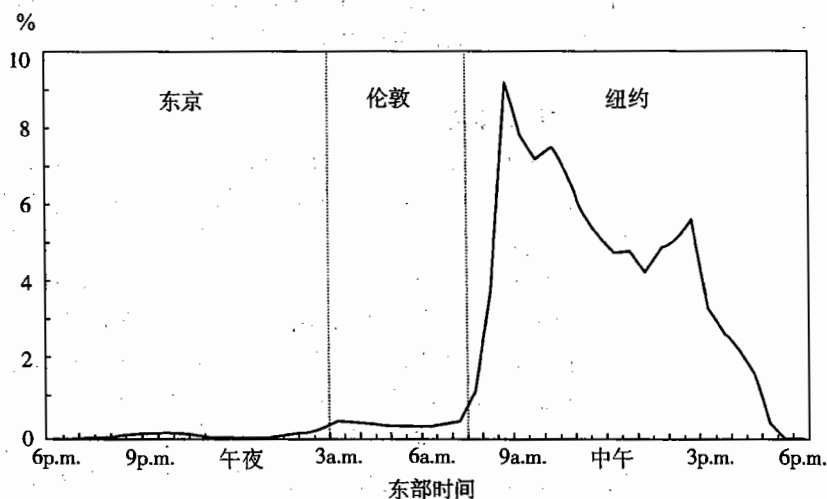


图 8—1 美国国债半小时交易量

图中画出了从 1994 年 4 月 4 日—8 月 19 日这段时期的半小时的平均交易量与日平均交易量的百分比。横坐标上的时间为各时间段的开始时间。

资料来源：Chart 2 in Michael J. Fleming, "The Round-the-Clock Market for U.S. Treasury Securities," Federal Reserve Bank of New York, *Economic Policy Review* (July 1997).

交易商间经纪人

除了与客户进行交易之外，交易商之间也通过交易商间经纪人（inter-dealer broker）进行交易。经纪人为交易商提供一个电子屏幕，以显示最好的买卖报价以及相关的买卖出价数量（国库券最少金额为 500 万美元，中长期国债最少金额为 100 万美元）。交易商通过某种方式通知经纪人来完成交易，经纪人将把最终的交易价格和规模显示在屏幕上。交易商通过接受一个买价或者一个卖价开始一个交易，并支付给经纪人一小笔佣金。

因此，交易商间经纪人在市场中不仅可以促进信息的流动，而且可以对正在交易的交易商的信息进行保密。在大多数情况下，经纪人只扮演代理人的角色，只对主要的交易商和一些非主要交易商服务。这些经纪人包括坎托-菲茨杰拉德证券公司（Cantor Fitzgerald Securities）、加尔邦 LLC 公司

(Garban LLC)、希利亚德-法伯公司 (Hilliard Farber)、Intercapital 政府证券公司、自由经纪公司 (Liberty Brokerage Inc.)，以及 Tullett & Tokyo 证券公司。

联邦储备银行

在国债的二级市场上，联邦储备银行是另一个重要的参与者，它的主要活动有国债持有、公开市场操作以及监督管理活动。1999年3月31日联邦储备银行持有4650亿美元的国债，占国债发行量的12%。纽约联邦储备银行通过公开市场操作来买卖国债，这是用来执行联邦公开市场委员会 (Federal Open Market Committee, FOMC) 的货币政策的主要工具之一。此外，纽约联邦储备银行跟踪分析国债市场并且与包括联邦储备委员会和美国财政部在内的其他政府机构交流市场动向。

交易活跃度

国债市场是非常活跃的，其流动性非常强，但最活跃的品种大约集中在235个未偿付的品种上。最近刚发行的给定到期期限的债券被称为新发行的 (on-the-run) 或当前的 (current) 债券，它们特别活跃。政府债券定价系统公司 (GovPX, Inc.) 是一家跟踪交易商间交易量的公司。它的数据分析显示，新发行的债券在1998年占债券交易总量的71%。给定到期期限以前发行的债券被称为旧债券 (off-the-run securities)。而几乎所有的国债都是旧债券，它们仅占1998年交易商间交易量的23%。

1998年交易商间交易的其余6%的交易量发生在预发行债券中。预发行债券是已经被宣布拍卖但仍未发行的债券。预发行债券的交易能够促进新发行的债券的价格发现，并且能够减少拍卖中出价水平的不确定性。预发行债券市场也能使交易商在债券拍卖之前把债券卖给它们的客户，因此相关的竞争性出价几乎没有风险。虽然大多数债券市场交易在次日交割，但预发行市场上的交易在新债券发行的当天即可交割。

如表8—4所示，随着发行类型的不同，市场交易活跃程度也存在显著的差异。根据GovPX 1998年的数据，新发行的中期国债是交易最活跃的债券，2年期国债的平均每天交易量为73亿美元，5年期平均每天交易量为66亿美元，10年期平均每天交易量为45亿美元。^[8]而预发行债券的交易活跃度同样比较集中，其中最活跃的债券是2年期中期国债 (21亿美元)、52周国库券 (18亿美元) 以及5年期中期国债 (11亿美元)。与之相反，旧债券的交易集中于发行频率更高的短期债券上面，其中最活跃的是3个月国库券 (每个发行券种的平均每天交易量为1.6亿美元)、2年期中期国债 (每个券种9700万美元) 以及52周国库券 (每个券种9600万美元)。长期旧债券的交易是极少的，对于5年期中期国债而言，每个券种平均每天交易量仅为1800万美元，10年期中期国债为700万美元。